# Untersuchungen über Gips.

---

Von der

K. Technischen Hochschule zu München

zur

Erlangung der Würde

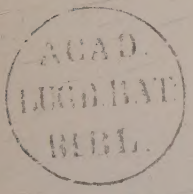
eines

**Doktors der technischen Wissenschaften (Doktor-Ingenieurs) genehmigte Dissertation.**

Vorgelegt von

**Hans Mendheim**

Diplom-Ingenieur.



Referent:
**Prof. Dr. Gustav Schultz.**

Korreferent:
**Prof. Dr. Wilhelm Muthmann.**

---

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Dezember 1906.

---

Druck von G. Schuh & Cie., G. m. b. H., München

*Dem Andenken meines lieben Vaters.*

Nachstehende Untersuchungen wurden im chemisch-technischen Laboratorium der K. Technischen Hochschule zu München ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. G. Schultz, unter dessen äusserst liebenswürdiger Leitung die vorliegende Arbeit entstand, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

## Untersuchungen über Gips.

### Einleitung.

Das Kalziumsulfat kommt in der Natur in zwei Formen vor: als wasserhaltiger Gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ im monoklinen Kristallsystem kristallisierend und als rhombischer Anhydrit. Gips und Anhydrit treten zumeist zusammen gesteinsbildend auf und sind die beständigen Begleiter des Steinsalzes. Dieses Vorkommen des Kalziumsulfats in den Steinsalzlagern deutet darauf hin, dass die Entstehung der Gips- und Anhydritlager auf die Austrocknung von Meeresteilen zurückzuführen ist. Man kann nun im Zweifel sein, ob bei der Verdunstung des Wassers Anhydrit oder Gips ausgeschieden wurde oder vielleicht beide zusammen. Hierüber geben uns am besten die Anhydritlager selbst Aufschluss. Denn es hat sich gezeigt, dass die unteren Schichten derjenigen Lagerstätten, in denen Gips und Anhydrit zusammen vorkommen, stets aus Anhydrit bestehen und letzterer überall da in Gips übergegangen ist, wo er längere Zeit mit Wasser in Berührung sein konnte. Noch heutzutage lässt sich dieser Übergang von Anhydrit in Gips beobachten, da infolge der grossen Volumzunahme bei der Wasseraufnahme des Anhydrits bedeutende geologische Veränderungen hervorgerufen werden, woraus sich schliessen lässt, dass der Anhydrit das primäre und der Gips das sekundäre Produkt ist. Diese Annahme ist jedoch nur unter der Bedingung richtig, dass bei der Ausscheidung des Anhydrits aus der gesättigten Meersalzlösung eine Temperatur von über 36° C. geherrscht hat, denn van t'Hoff [1]) konnte

[1]) A. Moye, Der Gips.

nachweisen, dass aus konzentrierten Kochsalzlösungen oberhalb 36° C. Anhydrit und unterhalb dieser Temperatur Gips ausgeschieden wird. Man könnte nun vermuten, dass sich infolge der Bildung von Gips aus Anhydrit an der Grenze zwischen Gips und Anhydrit auch Hydrate vorfinden müssten, deren Wassergehalt unterhalb des Dihydrats liegt, wie z. B. das Hemihydrat $CaSO_4 {}^1/_2 H_2O$. In der Tat finden sich jedoch in den Gips-Anhydritlagern nur die beiden Verbindungen $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (Gips) und $CaSO_4$ (Anhydrit) vor. Der Gips kommt in seinen Lagerstätten sowohl kristallisiert wie auch dicht und erdig vor. Der grossblättrige, durchsichtige Gips ist unter den Namen Marienglas, Fraueneis oder Frauenglas bekannt, der weisse durchscheinende körnige Gips wird als Alabaster oder Alabastrit bezeichnet und der fasrig kristallisierte Gips Fasergips genannt. Reiner Gips ist weiss, zumeist ist er jedoch verunreinigt durch Ton, Eisenoxyd, Magnesia, Kalk, Kieselsäure u. a.; ein bituminöser Gips wird als Stinkgips bezeichnet.

Die Verwendung des Gipses ist sehr alt und die Überreste alter ägyptischer Pyramiden und Tempel legen noch heute ein beredtes Zeugnis dafür ab, dass der Gips schon im Altertum als Baumaterial geschätzt wurde. Die ersten Überlieferungen über die Verwendung des Gipses haben wir Herodot[2]) zu verdanken, welcher berichtet, dass die Äthiopier ihre Toten in Gips eingossen und Früchte mit Gips bestrichen. Es scheint demnach der Gips damals auch als Konservierungsmittel benützt worden zu sein. Mit der aufblühenden Kultur Griechenlands fand die Verwendung des Gipses auch hier Eingang, gelangte aber erst bei den Römern zur vollen Blüte. Die Berichte römischer Baumeister und Geschichtsschreiber wie Juvenal, Plinius und Vitruvius beweisen uns, dass der Gips schon damals in

[2]) A. Moye, Der Gips.

ähnlicher Weise zu Bauzwecken Verwendung fand, wie heutzutage, jedoch war den Römern die Herstellung des Estrichgipses noch nicht bekannt. Mit dem Niedergang des Römerreiches und der darauf folgenden Periode der Völkerwanderung geriet auch die Kenntnis von der Verwertung des Gipses in Vergessenheit und wurde erst wieder im Mittelalter bekannt. Die ältesten Estrichmörtel, die wir aus dieser Zeit vorgefunden haben, stammen aus dem 11. Jahrhundert, während der Gebrauch des Stuckgipses von Italien aus im 17. Jahrhundert nach Deutschland kam. Die alten Estrichmörtel lassen sich, schon äusserlich betrachtet, leicht von den Stuckmörteln unterscheiden, da erstere kristallinische Struktur besitzend bedeutende Festigkeit aufweisen, während die Stuckmörtel weniger fest sind und zumeist mit Kalk vermischt kreidiges Aussehen haben.

Das Interesse für die wissenschaftliche Untersuchung des Gipses wurde erst in den letzten Jahrzehnten geweckt. Le Chatelier[3]) berichtet uns, dass schon im Jahre 1765 Lavoisier eine Arbeit in den Comptes rendues de l'Academie des sciences veröffentlicht hat, in der er seine Ansicht über die Wasseraufnahme und Erhärtung des Gipses zum Ausdruck bringt. Er hatte bereits die Beobachtung gemacht, dass sich die Entwässerung des Gipses in zwei Phasen vollzieht und ein zu hoch gebrannter Gips die Fähigkeit zu erhärten verloren hatte. Nach ihm hat Gay Lussac[4]) die Behauptung aufgestellt, dass die zum Brennen des Gipses erforderliche Temperatur 150° C nicht übersteigen soll und die Härte des abgebundenen Gipses im direkten Verhältnis zur Härte des Gipssteins stehe. Die Forscher nach Gay Lussac haben

[3]) Tonindustriezeitung 1905, 42.
[4]) Wagner, Jahresber. über die Fortschritte der chem. Technologie 1856.

etwas Neues nicht gebracht. Erst im Jahre 1871 hat sich Schott[5]) eingehend mit der Untersuchung des Gipses befasst und hiedurch die eigentliche Basis für die weiteren Forschungen geschaffen. Sein Verdienst ist es, erkannt zu haben, dass die Eigenschaften des gebrannten Gipses abhängig sind von dem Grade der Entwässerung und von der Brenntemperatur. Auf Grund seiner Beobachtungen nimmt Schott fünf Formen des Gipses an, die er scharf von einander trennt und folgendermassen charakterisiert: Natürlicher Gips mit 20,93% Hydratwasser, ¾ entwässerter Gips mit 4,27% Hydratwasser, mit Wasser rasch erstarrend; völlig, jedoch bei höchstens 200° C entwässerter Gips, ebenfalls rasch erstarrend; Anhydrit, welcher das Wasser langsam aufnimmt, jedoch ohne hydraulische Eigenschaften zu besitzen; Anhydrit bei 400—500° C gebrannt, ebenfalls sich langsam hydratisierend, jedoch mit hydraulischen Eigenschaften.

Früher nahm man allgemein an, dass der zu hoch gebrannte vollständig entwässerte Gips deshalb nicht erhärten könne, weil er nicht mehr befähigt sei, Wasser zu binden. Schott hat jedoch diese Behauptung widerlegt und spricht aus, dass eine gegen Wasser vollständig indifferente Modifikation des Gipses nicht existiert, sondern dass durch ein Steigern der Temperatur beim Brennen des Gipses über den Punkt hinaus, bei welchem er sein Wasser vollständig verloren hat, eine Sinterung beginnt, infolgedessen eine Zunahme der Dichte, welche eine Trägheit in der Aufnahme des Wassers zur Folge hat. Dieser Ansicht Schotts haben sich auch die späteren Forscher angeschlossen.

Schon lange hatte man sich bemüht, für das Brennen des Gipses bestimmte Normen zu finden und die Temperatur festzustellen, bei welcher das Brennen

[5]) Dinglers polytechn. Journal 1871 Bd. 202.

des Gipses sich vollzieht. Auf Grund der weit auseinander gehenden Ansichten liess sich eine bestimmte beim Brennen des Gipses einzuhaltende Temperatur nicht feststellen. Um in dieser Beziehung Klarheit zu verschaffen, hatte Le Chatelier[6]) folgende Versuche veranstaltet: Er brachte gepulverten Gips in einem Glasrohr in ein Paraffinbad, dessen Temperatur er stufenweise steigerte. Die Temperatur des Gipses stieg mit der des Paraffinbades regelmässig bis 128° C. Hier trat ein Stillstand ein, verlief dann wieder normal bis 163° C, wo sich abermals eine Verzögerung bemerkbar machte. Aus diesem Verhalten schloss Le Chatelier, dass bei diesen Temperaturen eine Umwandlung stattfinden müsse, wusste aber noch nicht, ob bei 128° C nur ein Teil des Wassers ausgetrieben wurde und bei 163° C der Rest, oder ob der Gips bis zum ersten Temperaturabschnitt bereits wasserfrei geworden und bei 163° C in eine andere Modifikation übergegangen war. Um dies zu entscheiden, erhitzte er 5 gr Gips im Paraffinbade längere Zeit bei höheren Temperaturen wie 128° C. und 163° C und bestimmte jedesmal den Wasserverlust.

| Temperatur | Dauer des Brandes | Verlust v. H. |
|---|---|---|
| 155° | 0′ | 0,0 |
| 155° | 15′ | 6,6 |
| 155° | 30′ | 13,6 |
| 155° | 45′ | 15,2 |
| 155° | 60′ | 15,6 |
| 155° | 75′ | 15,6 |
| 194° | 0′ | 15,6 |
| 194° | 15′ | 17,8 |
| 194° | 30′ | 19,8 |
| 194° | 45′ | 19,8 |
| 194° | 60′ | 20,8 |
| 270° | 0′ | 20,8 |
| 270° | 15′ | 20,8 |

Aus dem Ergebnis dieser Versuche folgerte Le Chatelier, dass das Brennen des Gipses erst bei 194° vollständig wird und die Wasserabgabe des Gipses in

[6]) Tonindustriezeitung 1905, 42.

zwei Phasen sich vollzieht. Im ersten Abschnitt verliert der Gips genau 1,5 Moleküle Wasser, so dass aus dem Dihydrat $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ das Hemihydrat $CaSO_4 \frac{1}{2} H_2O$ gebildet wird. Durch Untersuchung einer Reihe von Handelsstuckgipsen hatte man nun gefunden, dass der Wassergehalt stets annähernd 7 v. H. betrug. Mit dem Umstand, dass in der Technik die Temperatur beim Brennen des Gipses immer unterhalb der Grenzen des ersten Abschnittes liegt, verbindet Le Chatelier die Tatsache, dass der technisch gebrannte Gips stets einen Wassergehalt aufweist, der annähernd der Formel $CaSO_4 \frac{1}{2} H_2O$ entspricht.

Um den Beweis zu erbringen, dass der gebrannte Stuckgips das Hemihydrat des Kalziumsulfats darstellt, versuchte er dasselbe in kristallisierter Form zu erhalten, um auf Grund der Wassergehaltsbestimmung der erhaltenen Kristalle zu zeigen, dass sich nicht etwa ein Gemisch von Dihydrat und Anhydrit gebildet hat, sondern das Hemihydrat als chemische Verbindung in Kristallform entstanden ist. Zu diesem Zwecke erhitzte er in einer zugeschmolzenen Glasröhre eine gesättigte Lösung von Gips auf 130—150° C und erhielt rhombische Kristalle, deren Wassergehalt sowie das sonstige Verhalten dem des Stuckgipses entsprachen.

Mit dieser wichtigen Erkenntnis Le Chateliers, dass das Hemihydrat den wesentlichen Bestandteil des Stuckgipses bildet, war man ein gut Teil vorwärts gekommen und bemühte sich genau die Temperatur festzustellen, bei welcher das Hemihydrat entsteht. Im Anschluss an seine Versuche hatte Le Chatelier gefunden, dass die beim ersten Abschnitt erhaltene Temperatur von 128° C nicht der Entstehungstemperatur des Hemihydrats entspricht, dass vielmehr diese Entstehungstemperatur erheblich tiefer liegt wie 128° C, aber die Zersetzung des Dihydrats bei 128° C besonders

schnell verläuft. Die Umwandlungstemperatur des Dihydrats in Hemihydrat wurde erst durch van t'Hoff[7]) genau ermittelt. Er bestimmte die Temperatur, bei welcher die Kristallwassertension dem Druck von einer Atmosphäre gleich kommt bei 101° C und bezeichnet diesen Punkt als den Siedepunkt des Gipses. Die Umwandlungstemperatur des Dihydrats in Hemihydrat fand er bei 107° C und nannte diesen Punkt den Schmelzpunkt des Gipses.

Lange Zeit hatte man an der Auffassung Lavoisiers festgehalten, dass der Hydratations- und Erhärtungsvorgang lediglich auf einer Wasseraufnahme, Kristallisation und Verwachsung der einzelnen Kristalle beruhe. Nachdem aber bekannt geworden war, dass dem Hemihydrat im gebrannten Gips die Hauptrolle zukommt und Marignac[8]) und andere gefunden hatten, dass die Löslichkeit des Hemihydrats eine bedeutend grössere ist wie die des Dihydrats, dass ferner das Hemihydrat gerne übersättigte Lösungen bildet, konnte man sich mit der veralteten Auffassung Lavoisiers nicht mehr begnügen.

Auch mit dieser Frage hatte sich Le Chatelier[9]) eingehend befasst. Er unterscheidet bei der Hydratation und Erhärtung des Gipses drei Punkte: den chemischen Vorgang der Wasseraufnahme, den physikalischen der Kristallisation und den mechanischen der Erhärtung. Der chemische Vorgang besteht lediglich darin, dass ein Molekül Hemihydrat drei Moleküle Wasser aufnimmt gemäss der Gleichung:

$$(Ca\,SO_4)_2H_2O+3H_2O=2Ca\,SO_4\cdot 2H_2O.$$

Der physikalische Vorgang gründet sich auf die Beobachtung, dass jeder Kristallisation eine Lösung des Salzes vorausgeht, wodurch die Moleküle sich frei

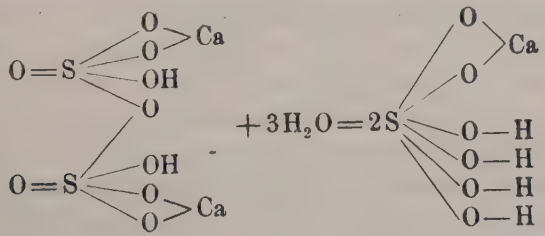
[7]) van t' Hoff, Gips, Zinn und Stahl.
[8]) N. Arch. ph. nat. 48, 120.
[9]) Tonindustriezeitung 1905, 42.

bewegend in bestimmter Art und Weise sich anordnen können. Da jedoch bei der Herstellung des Gipsbreies stets weniger Wasser wie Gips verwendet wird, so scheint zunächst eine vollständige Lösung des Gipses ausgeschlossen.

Der Versuch Marignac's über die Löslichkeit des Gipses gibt jedoch ein deutliches Bild, dass eine vollständige Lösung des Hemihydrats möglich ist, denn eine gesättigte und abfiltrierte Lösung des Halbhydrats ist anfangs klar und trübt sich nach einigen Minuten unter Ausscheidung von Kristallen des Dihydrats, bis sie nach einiger Zeit dieselbe Concentration erhält, als ob sie aus ungebranntem Gips hergestellt worden wäre. Die Auffassung Le Chateliers geht also dahin, dass sich aus der übersättigten Lösung des Hemihydrats das schwer lösliche Dihydrat kristallisiert ausscheidet, wodurch die Lösung befähigt wird, neue Mengen Hemihydrat zu lösen und dieser Vorgang solange stattfindet, bis alles Hemihydrat in Dihydrat übergeführt worden ist. — Die von Potilizin [10]) im Jahre 1894 gegebene Erklärung über die Hydration und Erhärtung des Gipses weicht von den Darstellungen anderer Autoren ab. Er nimmt im gebrannten Gips zwei Modifikationen an, von denen die eine bei der Berührung mit Wasser in das Halbhydrat $CaSO_4 \frac{1}{2} H_2O$ übergeht und sogleich eine gesättigte Lösung bildet, während die B-Modifikation wasserfrei bleibt. Das Halbhydrat geht sodann unter Wärmeentwicklung in das Dihydrat über, das in Form von verfilzten Kristallen austritt, während eine weitere Menge des Halbhydrats in Lösung geht. Diese Ausscheidung des Dihydrats zwischen den noch ungelösten Partikelchen des Halbhydrats und der B-Modifikation $CaSO_4$ ist nun die ursprüngliche und wichtigste Ursache der Erhärtung. Innerhalb der hartwerdenden Masse müssen ausserdem

[10]) Journ. de la Soc. physique-chimique russe 27.

in Folge der Zunahme des spezifischen Volumens des Halbhydrats und der B-Modifikation beim Übergang in das Dihydrat die bereits ausgefallenen Kristalle einen gegenseitigen Druck auf einander ausüben, wodurch die ganze Masse noch mehr erhärtet. Bei gleicher zum Löschen des Gipses angewandter Wassermenge wird der Erhärtungsprozess, sowie der Zustand der entstehenden Masse von dem gegenseitigen Mengenverhältnis der beiden Modifikationen des Kalziumsulfats abhängen, was wiederum durch die Temperatur und Dauer des Brennens bedingt ist. — Kossmann [11]) nimmt an, dass durch die bei der Lösung des Gipses in Wasser entstandene Wärme eine Vergrösserung des Volumens stattfindet und in dem Masse, wie das Hydratwasser dem Kalziumsulfat chemisch einverleibt wird, eine Kontraktion eintritt, die eine Verringerung des Volumens und Vergrösserung der Dichte zur Folge hat und sieht in dieser Kontraktion die Ursache des Erhärtens. Auf Grund der Arbeiten Le Chateliers gelangt auch Zulkowsky [12]) zu der Ansicht, dass der Hydratation des Gipses ein chemischer Prozess zu Grunde liegen müsse. Er vertritt die Anschauung, dass aus dem Hemihydrat durch Aufnahme von 3 Molekülen Wasser das Kalziumsalz der Hexahydroxylschwefelsäure gebildet wird entsprechend der Gleichung:




Das Wasser spielt in diesem Fall eine Doppelrolle, indem es zunächst die ursprüngliche leichter lösliche

[11]) Tonindustriezeitung 1895 S. 30.
[12]) Tonindustriezeitung 1899 S. 1250.

Kalkverbindung zu lösen sucht, dann mit derselben in chemische Verbindung tritt und einen schwer löslichen Körper bildet, der sich kristallinisch ausscheidend zu einer kompakten Masse erhärtet. — Schliesslich sei noch die Auffassung R. Müller's [13]) erwähnt, welche mit der Le Chateliers im Einklang steht, jedoch hebt ersterer den Einfluss der Temperaturerhöhung besonders hervor, da diese Temperaturerhöhung bis 37° C eine fortschreitende grössere Löslichkeit des Hemihydrats verursacht.

Wie bereits erwähnt, hatte schon Schott [14]) im Jahre 1871 die Beobachtung gemacht, dass der Gips beim vorsichtigen Entwässern bei einer Temperatur von nicht über 200° C. wasserfrei wird, jedoch keineswegs die Fähigkeit zur Erhärtung verliert, sondern in gleicher Weise wie der technisch gebrannte Gips erhärtet und erst beim Steigern der Temperatur über 200° C. allmählich in die sogenannte totgebrannte, nicht mehr erhärtungsfähige Modifikation übergeht. Zum gleichen Resultate gelangte van t'Hoff [15]) und fand, dass ein bei 150° C. vollständig entwässerter Gips noch schneller wie Stuckgips erhärtet. A. Moye [16]) konnte sogar konstatieren, dass ein bei 200° C vorsichtig entwässerter Gips noch ebenso gut abband, wie bei niedriger Temperatur gebrannter Stuckgips. Die Beobachtung, dass der unterhalb 200° C. entwässerte Gips beim weiteren Erhitzen oberhalb dieser Temperatur das Erhärtungsvermögen allmählich verliert, führte van t'Hoff [17]) zu der Annahme, dass bei der vorsichtigen Entwässerung des Gipses löslicher Anhydrit entsteht. Diesen löslichen Anhydrit konnte er auf künstlichem Wege nach zwei Methoden erhalten und

---

[13]) R. Müller, Untersuchungen über Gips.
[14]) Dinglers polyt. Journal 1871 Bd. 202.
[15]) Zeitschrift für phys. Chemie 1903 Bd. 45.
[16]) Jahresber. des deutschen Gipsvereins 1902 S. 9.
[17]) Zeitschr. für phys. Chemie 1903, Bd. 45.

zwar dadurch, dass er gefälltes Dihydrat im Vacuum über Schwefelsäure entwässerte oder Stuckgips längere Zeit mit der zwanzigfachen Menge Wasser unter zeitweisem Umschütteln in Berührung brachte und das auf diese Weise entstandene Dihydrat entwässerte. Das so gebildete Dihydrat liess sich schon bei niederer Temperatur entwässern, und zeigte dann die Eigenschaft, das Wasser sehr rasch zu binden, was nach Cloetz[18]) auf der momentanen Bildung von Hemihydrat beruht. Da der lösliche Anhydrit einerseits leicht in die sogenannte totgebrannte Modifikation übergeht, andererseits, wie Versuche von Cloetz und auch von Moye[19]) ergeben haben, schon durch Wasseraufnahme in feuchter Luft nach wenigen Tagen Hemihydrat bildet, stellt er die Zwischenstufe dar zwischen dem Hemihydrat und dem „sogenannten totgebrannten Gips." Die Bildungstemperatur des löslichen Anhydrits müsste nach van t'Hoff theoretischer Berechnung zufolge unterhalb der des Hemihydrats liegen, kann jedoch infolge der Verzögerungserscheinungen in der Herstellung der Gleichgewichtslage erst bei Temperaturen über 100° C. zur Geltung kommen. Beim Erhitzen des Gipses über 200° C. geht derselbe mit Steigerung der Temperatur allmählich in anhydritische Formen des Kalziumsulfates über, die sich nicht mehr scharf von einander trennen lassen und zur Wasseraufnahme, jedoch nicht mehr zur Erhärtung befähigt sind. Erst bei 400—500° C. bildet der Gips wieder eine hydrations- und erhärtungsfähige Form, den Estrichgips.

Die Entstehungstemperatur des Estrichgipses bei 400—500° C. wurde von Schott im Jahre 1871 ermittelt, als er im Anschluss an seine Untersuchungen über Scott'schen Zement sich auch mit Versuchen über Estrichgips beschäftigte. Nach neueren Versuchen

[18]) Bull. de la Soc. Chimique 1903, S. 172.
[19]) A. Moye, Der Gips.

durch P. Rohland[20]) kommt der Estrichgips erst bei Temperaturen zwischen 525—600° C. zur Entwicklung. Die beim technischen Brennen des Estrichgipses sich bildenden Reduktionsbestandteile wie Kalziumoxyd und Kalziumsulfid liessen Schott zunächst vermuten, dass das Kalziumoxyd derjenige Bestandteil sei, welcher dem Estrichgips die hydraulischen Eigenschaften verleiht. Er hatte auch gefunden, dass der Gips beim Glühen Schwefelsäure verliert und nach dem Erhitzen einen Gehalt an Ca O (1,72—2,11%) aufzuweisen hatte. Die beim Estrichgips beobachtete Hydraulizität kann jedoch nach seiner Ansicht nicht dem Gehalt an Ca O zugeschrieben werden, wie daraus hervorgeht, dass Marienglas schwächer geglüht ein Produkt lieferte, welches ebenfalls mit Wasser erhärtete, obschon es nicht alkalisch reagierte, also keinen freien Kalk enthielt. Er hatte ferner beobachtet, dass der hochgebrannte Gips das Wasser in geringerer Menge wie der Stuckgips bindet und oft nur ⅓—⅔ der zur Bildung von Dihydrat erforderlichen Menge Wasser aufnimmt, langsam im Verlauf von Wochen unter stärkerer Erhärtung wie Stuckgips abbindet, ferner grössere Dichte aufweist und ein alabasterartiges Aussehen annimmt. In gleicher Weise wie bei der Hydratation des Stuckgipses nimmt Zulkowsky[21]) an, dass auch bei der Hydratation des Estrichgipses ein chemischer Prozess stattfindet, und glaubt, dass der durch mässige Glühhitze gebrannte Gips befähigt ist, Wasser aufzunehmen und zu erhärten, infolge der grösseren Dichte aber nur ein Molekül Wasser aufnimmt unter Bildung des Kalziumsalzes der Tetrahydroxylschwefelsäure. Das Wasser spielt nach seiner Ansicht in diesem Falle die gleiche Rolle wie bei der Hydratation des

---

[20]) P. Rohland, Der Stuck und Estrichgips, Phys. chem. Untersuchungen.

[21]) Tonindustriezeitung 1899 S. 1250.

Hemihydrats, indem sich zuerst die ursprüngliche leichter lösliche Verbindung im Wasser löst, dasselbe chemisch bindet und sich als schwerer löslicher Körper kristallinisch ausscheidet und erhärtet. Man könnte vermuten, dass der Estrichgips kein einheitliches Produkt sei, sondern aus einer Mischung löslichen und unlöslichen Anhydrits bestände, diese Auffassung hat sich jedoch nicht bestätigt, da van t'Hoff [22]) durch eine mikroskopische Untersuchung festgestellt hat, dass der Estrichgips aus deutlich erkennbaren Nadeln besteht, welche die Form des Hemihydrats haben und sich von demselben nur dadurch unterscheiden, dass sie wasserfrei sind. Aus dem Umstand, dass bei der Hydratation des Estrichgipses so viel Wasser aufgenommen wird, als der Bildung des Dihydrats entspricht, schliesst van t'Hoff, dass der Estrichgips keine Mischung aus löslichem und unlöslichem Anhydrit sein kann.

Wird der Gips über 600° C. (nach Rohland [23]) erhitzt, so geht er in die „eigentlich tote Modifikation" über zum Unterschied von der „sogenannten, totgebrannten Modifikation". Der bei dieser und noch höherer Temperatur erhitzte Gips erhärtet mit Wasser selbst nach Wochen nicht und unterscheidet sich von der „sogenannten totgebrannten Modifikation" dadurch, dass er weder durch höheres Erhitzen noch durch längere Lagerung an feuchter Luft, oder durch Zusatz solcher Salze, welche im positiven Sinne wirkend die Hydratationszeit beschleunigen, in einen erhärtungsfähigen Zustand übergeführt werden kann. Der „eigentlich totgebrannte Gips" kommt in seinem Verhalten dem natürlichen Anhydrit am nächsten, beide haben jedoch die Fähigkeit zur Wasseraufnahme noch

---

[22]) Zeitschr. für phys. Chemie 1903 Bd. 45.

[23]) P. Rohland. Der Stuck- & Estrichgips, Phys. chem. Untersuchungen.

nicht ganz verloren, denn Michaelis[24]) konnte nachweisen, dass ein bei Weissglut gebrannter Gips in Wasser gebracht nach Verlauf eines Jahres vollständig in Dihydrat übergegangen war. Ferner zeigt der noch heute zu beobachtende Übergang von natürlichem Anhydrit in Gips, dass auch der natürliche Anhydrit zur Wasseraufnahme befähigt ist, wenn auch die Hydratation nur eine sehr langsame ist.

R. Müller[25]) versuchte natürlichen Anhydrit durch Glühen in eine erhärtungsfähige Form überzuführen, kam jedoch zu einem negativen Resultat und zieht aus dem Umstand, dass der Anhydrit trotz des Glühens seine rhombische Struktur, dagegen der aus dem Dihydrat durch Erhitzen bei Rotglut erhaltene Estrichgips seine monokline Struktur beizubehalten scheint, den Schluss, dass die monokline Kristallform der für die Wasseraufnahme wichtigste Faktor ist. Dieser Ansicht Müllers kann ich mich nicht anschliessen, da das von Hoppe Seyler,[26]) sowie von Le Chatelier[27]) durch Erhitzen von Dihydrat mit Wasser im zugeschmolzenen Rohr erhaltene Hemihydrat rhombische Struktur zeigte und die Fähigkeit zur Erhärtung besass. Desgleichen wurde von Johnson[28]) in einem mit zwei Atmosphären arbeitenden Kessel als Absatz aus dem Wasser Hemihydrat ebenfalls in rhombischen Kristallen vorgefunden. Eine Analogie zwischen dem Hemihydrat und dem Estrichgips hat nun van t'Hoff[29]) dadurch festgestellt, dass die Kristalle des Estrichgipses genau die gleiche Form wie die des Hemihydrates aufweisen. Die rhombische Struktur der beiden erhärtungsfähigen Modifikationen

[24]) Notizblatt d. deutsch. Vereins für Fabr. von Ziegeln 1871 S. 332.
[25]) R. Müller, Untersuchungen über Gips.
[26]) Pogg, Ann. 127, 161.
[27]) Tonindustriezeitung 1905.
[28]) Americ. Journ. of scienes 1884.
[29]) Zeitschr. für phys. Chemie 1903. Bd. 45.

des Gipses scheint mir also vielmehr ein wichtiges Moment zu sein für den Übergang des gebrannten Gipses in Dihydrat, indem die rhombische Form die Neigung besitzt, durch Wasseraufnahme in die beständigere monokline Form überzugehen. In diesem Verhalten ist auch wahrscheinlich die Ursache zu suchen, warum ein unterhalb 200° entwässerter Gips mit Wasser erhärten kann, dagegen höher gebrannter Gips diese Fähigkeit allmählich verliert, indem bei der vorsichtigen Entwässerung unterhalb 200° C. die rhombische Struktur des Halbhydrats erhalten bleibt, bei höheren Temperaturen verloren geht und erst bei Rotglut wieder zum Vorschein kommt. Dieser Umstand allein ist jedoch noch nicht hinreichend, um das Abbinde- und Erhärtungsvermögen des Stuck- und Estrichgipses zu begründen, denn es müsste sonst der natürliche, rhombisch kristallisierende Anhydrit sich ebenso verhalten, wie der Stuck- und Estrichgips. Man muss daher annehmen, dass die beim Brennen des Stuck- und Estrichgipses noch teilweise erhalten gebliebene monokline Kristallform für die Hydratation und Erhärtung wesentlich ist. Der Abbinde- und Erhärtungsprozess wird also von zwei Faktoren abhängig sein, einmal von der Bildung rhombischen Kalziumsulfats, andererseits, wie Ostwald[30]) annimmt, von dem Vorhandensein unzersetzten Dihydrats, oder besser gesagt, von der Anwesenheit monoklinen Gipses im Übergangsstadium zum rhombischen Kalziumsulfat. Ein bei sehr hoher Temperatur erhitzter Gips wird deshalb nicht mehr erhärten können, weil auch die letzten Bestandteile der monoklinen Kristallform verschwunden sind. Ist nun meine Vermutung, dass bei der Hydratation des gebrannten Gipses der Übergang von einem Kristallsystem in das andere erfolgt, richtig, so lässt sich sowohl die bei der schnellen Hydratation des Stuck-

[30]) W. Ostwald, Grundlinien der anorgan. Chemie.

gipses entstehende Wärme, wie auch die Ursache des Erhärtens sehr einfach erklären: Aus der übersättigten Lösung des Stuckgipses scheiden sich Kristalle des Dihydrats im monoklinen System aus. Diese Kristalle suchen sich zu entwickeln, finden jedoch an den anders gelagerten Flächen der sowohl in Lösung gehenden Kristalle des Hemihydrats, wie auch des noch nicht gelösten Hemihydrats einen Widerstand und müssen sich, in der Richtung ihrer Entwicklung gestört, gegenseitig durchdringen und verwachsen, wobei sie ihre Kristallgestalt verlieren. Infolge der bei diesem Prozess stattfindenden gegenseitigen Reibung der Kristallflächen wird Wärme erzeugt. Bei der Hydratation des Estrichgipses geht dieser Prozess so langsam vor sich, dass eine Temperaturerhöhung nicht beobachtet werden kann, jedoch sollte die gleiche durch Reibung hervorgerufene Wärme theoretisch zu erwarten sein. Vorausgesetzt, dass der Estrichgips während der ganzen Zeit seiner Hydratation genügende Mengen Wasser zur Dihydratbildung vorfindet, kann bei dem langsam verlaufenden Hydratationsprozess die Durchdringung und Verwachsung der einzelnen Kristalle von Dihydrat ohne Störung der Kristallform sich vollziehen, wodurch der Estrichgips eine bedeutend grössere Festigkeit wie der Stuckgips erlangt.

Den Bemühungen des deutschen Gipsvereins, dem Gips in gleicher Weise Normen zu geben, wie sie bereits beim Zement bestehen, ist es zu verdanken, dass auch auf technischem Gebiete dem Gips mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird wie früher. Besonderes Interesse verdienen die Versuche, welche das Brennen des Gipses behandeln, da die Brauchbarkeit und die Eigenschaften des gebrannten Gipses nicht nur von der Qualität des Rohsteins, sondern auch wesentlich von der Art des Brennens und der Brenntemperatur abhängen. Bevor ich deshalb auf den

experimentellen Teil meiner Arbeit eingehe, möchte ich noch einige Mitteilungen machen über das Brennen des Gipses in der Technik. Wie ich schon erwähnt habe, kannte man in Deutschland vom elften Jahrhundert an den Gebrauch des Estrichgipses, während die Kenntnis von der Herstellung des Stuckgipses erst später nach Deutschland kam. Damals waren Oefen zum Brennen des Gipses noch nicht im Gebrauch, wie heutzutage, und man brannte den Gips in Stücke zerschlagen nach Anordnung der Meiler über Holzfeuer. Man sollte nun erwarten, dass bei dieser primitiven Brennweise des Estrichgipses im Mittelalter, bei welcher der gebrannte Stein neben Estrichgips, insbesonders „sogenannten totgebrannten Gips" aber auch noch Bestandteile des Dihydrats enthalten musste, ein wenig brauchbares Material erzeugt wurde. Die Untersuchungen alter Estrichmörtel belehren uns aber, dass dies keineswegs der Fall, sondern dass letztere noch heute bedeutende Festigkeit aufweisen und Jahrhunderte lang dem Einfluss der Witterung standgehalten haben. Das Brennen des Estrichgipses geschieht heutzutage bei einer Temperatur von 950° C. auf Grund praktischer Erfahrungen. Zu diesem Zweck wird der Gips in Stücken bis zu 20 cm Grösse in Schachtöfen verschiedener Systeme gebrannt, welche entweder so eingerichtet sind, dass der Gips mit der Kohle in Berührung kommt, wobei sich jedoch Reduktionsprodukte des Kalziumsulfats wie Ca O und Ca S bilden, oder dass der Gips nur von der Flamme erhitzt wird, wobei durch entsprechende Luftzufuhr die Reduktion des Kalziumsulfats hintangehalten werden kann. Je nach der Menge und Grösse der in den Öfen eingeführten Gipssteine richtet sich die Dauer des Brennens. Abgesehen von der rationelleren Brennweise des Gipses heutzutage liegt der Hauptunterschied zwischen dem primitiven Brennverfahren im

Mittelalter und dem modernen Brennverfahren darin, dass man heutzutage seine Aufmerksamkeit darauf richtet, den Gips so zu brennen, dass er in der Hauptsache aus Estrichgips bestehend möglichst wenig „sogenannten totgebrannten" bezw. unterhalb 500° C. gebrannten Gips enthält. Da aber die Brenntemperatur des Estrichgipses im technischen Betrieb bei 950° C. liegt, so lässt sich daraus schliessen, dass ein grosser Teil des gebrannten Estrichgipses in die „eigentlich totgebrannte Form" übergeführt worden ist. Die Notwendigkeit, den Estrichgips in möglichst kurzer Zeit gar zu brennen, macht jedoch bei dem schlechten Wärmeleitungsvermögen des Gipses eine so hohe Temperatur erforderlich, und es ist im Interesse der Gipsindustrie zu bedauern, dass durch dies Brennverfahren ein Teil der den Estrichgips auszeichnenden guten Eigenschaften verloren geht, indem der zu hoch gebrannte Gips als inerter Bestandteil die Festigkeit vermindert und die Hydraulizität verringert. Diesem Übelstande könnte dadurch abgeholfen werden, dass der Gips im gemahlenen Zustand in geeigneten Brennapparaten bei einer Temperatur von 500—600° C. erhitzt würde, wozu jedoch die Schachtöfen nicht zu gebrauchen wären, da der Gips sich dicht einlegend den Durchgang des verdampfenden Wassers sowie der Gase verhindern würde. Es eignen sich deshalb zum Brennen des Estrichgipses im Schachtofen nur solche Steine, die, ein festes Gefüge besitzend, beim Erhitzen bis zur Rotglut ihre Form beibehalten ohne zu zerfallen. Auch bituminöse Steine sind von der Verwendung auszuschliessen, da sie einen grossen Teil des Kalziumsulfats beim Brennen zu Kalziumoxyd und Kalziumsulfid reduzieren würden, ferner darf der Kieselsäuregehalt kein zu grosser sein, da die Kieselsäure in der Glühhitze als starke Säure wirkt und einen Teil der Schwefelsäure austreibt. Die Frage,

ob sich zum Brennen des Gipses derber oder kristallisierter Gipsstein besser eignet, hat van t'Hoff[31]) dahin entschieden, dass amorpher Gipsstein die Fähigkeit zum Abbinden viel leichter verliert, als kristallisierter Gipsstein.

Grössere Sorgfalt, wie das Brennen des Estrichgipses, erfordert die Herstellung des Stuckgipses, da er nur zwischen verhältnismässig engen Temperaturgrenzen beständig ist und einerseits durch zu hohes Erhitzen unbrauchbar, andererseits durch zu geringes oder zu kurzes Erhitzen den Anforderungen an seine Festigkeit nicht entspricht. Der Stuckgips wird entweder in Stücken oder im gemahlenen Zustand gebrannt. Letzteres ist entschieden vorzuziehen, da die Erhitzung der ganzen Masse eine gleichmässigere sein wird und schon bei niederer Temperatur, wie sie der Bildung des Hemihydrats entspricht, vollzogen werden kann, infolgedessen ein einheitlicheres Produkt liefern wird, wie der in Stücken gebrannte Gips. Die Brenntemperatur ist bei den einzelnen Ofensystemen verschieden und beträgt nach den Angaben des „kleinen Gipsbaubuches" 130—180° C. Beim Brennen des Gipses in Stücken muss die Temperatur höher sein, damit der Gips in kurzer Zeit gar gebrannt wird, jedoch ist hiebei die Gefahr vorhanden, dass ein Teil des Gipses in die sogenannte totgebrannte Modifikation übergeht. Wird der Gips in gemahlenem Zustand gebrannt, was gewöhnlich in eisernen Kesseln oder Kochern vorgenommen wird, so muss ein Rührwerk die Mischung des Gipses bewerkstelligen. Die Schwierigkeiten beim Brennen des Gipses liegen vor allem darin, die Brenntemperatur konstant zu halten, damit weder zu hoch noch zu nieder gebrannter Gips entsteht, ferner ist es mit Rücksicht auf den Umstand, dass der Gips ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, notwendig, die Wärme mög-

[31]) Zeitschrift für phys. Chemie 1903 Bd. 45.

lichst gleichmässig im Gips zu verteilen, um ein einheitliches Produkt zu erzielen. Der Gips gilt als gar gebrannt, wenn bei Einhaltung einer Temperatur von 130—180° C eine Wasserabgabe nicht mehr zu konstatieren ist. Dies erkennt der Brenner daran, dass der Gips nach der Kochperiode, während der er sich aufbläht und durch die stürmische Wasserabgabe in wallende Bewegung gerät, zur Ruhe kommt. Die Brauchbarkeit des gebrannten Gipses ist einerseits abhängig von der Reinheit des Gipssteins, andererseits von der Art und Weise des Brennens.

## Experimenteller Teil.

Im Hinblick auf die Tatsache, dass das Brennen des Stuckgipses in der Technik der grösten Sorgfalt bedarf, sowie auf Grund der Beobachtung, dass trotz Verwendung des gleichartigen Gipssteins von derselben Lagerstätte der technisch gebrannte Gips nach jedem Brande wieder andere Eigenschaften in Bezug auf seine Festigkeit und Abbindefähigkeit zeigt, habe ich mich veranlasst gesehen, dieser Frage näher zu treten, um durch Versuche sowohl in der Fabrik, wie auch im Laboratorium eine Erklärung für das verschiedene Verhalten des Gipses zu finden. Von Wichtigkeit schien mir ferner eine Festlegung der Bedingungen, wie der gebrannte Gips behandelt werden muss, damit er am härtesten und gegen die Atmosphärilien am widerstandsfähigsten wird. Im Anschluss an diese Frage habe ich Versuche gemacht, welche die Lagerung des Gipses in verschiedenen Räumen betreffen. Weitere Versuche bezogen sich auf die gegenseitige Beeinflussung des Stuck- und Estrichgipses in Mischung und haben vor allem den Zweck, einen Gipsmörtel herzustellen, bei dem sowohl die Eigenschaften des Stuckgipses wie auch die des Estrichgipses zum Ausdruck kommen. Endlich sei noch ein Versuch erwähnt, welcher die Erhöhung der Porosität des Stuckgipses bezweckt.

Was die technischen Prüfungsmethoden für Gips anbelangt, so kommen hierbei in erster Linie die Festigkeit und das Abbinden in Betracht. Auf eine Beschreibung der zur Bestimmung der Zug- und Druckfestigkeit nötigen Apparate möchte ich hier nicht näher eingehen, jedoch will ich nicht unerwähnt lassen, dass diese Prüfungsmethoden auf die Festigkeit des Gipses

keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen können. Um zuverlässige Resultate zu erhalten, war es deshalb nötig, aus mehreren Versuchen das Mittel zu nehmen und auf Grund eines Vergleichs der Mittelwerte die weiteren Schlüsse zu ziehen. Bei der Herstellung der Probekörper wurde auf das sorgfältigste verfahren. Gips und Wasser wurden genau abgewogen, sodann wurde der Gips möglichst gleichmässig auf der Oberfläche des Wassers verteilt und eine bestimmte Dauer des Umrührens eingehalten, da die Festigkeit des Gipses durch zu langes Umrühren beeinträchtigt wird. Nach dem Eingiessen des Gipsbreies in die Formen wurde der überstehende Gipsbrei abgestrichen und die Druckwürfel vor dem Zerdrücken in der hydraulischen Presse an den beiden Druckflächen abgeschliffen. Trotz dieses sorgfältigen Verfahrens ergaben sich immer noch Differenzen bei Bestimmung der Druckfestigkeit. Dennoch ergibt die Prüfung auf die Druckfestigkeit ein wesentlich deutlicheres Resultat, wie die Zugfestigkeit, und wurde letztere nur der Vollständigkeit halber ermittelt.

Zur Bestimmung der Abbindezeit habe ich mich der Vicat'schen Nadel bedient. Unter Beginn des Abbindens versteht man dabei den Zeitpunkt, bei welchem die Nadel den Gipsbrei nicht mehr ganz zu durchdringen vermag. Der Beginn des Abbindens kann nach Seger und Cramer auch dadurch ermittelt werden, dass man mit Hilfe eines Thermometers den Beginn der Temperaturerhöhung bei der Hydratation des Stuckgipses feststellt. Diese Methode hat jedoch den Nachteil, dass sowohl Gips wie Wasser die gleiche Temperatur haben müssen, wie der Versuchsraum, da sich sonst unmöglich der Beginn der Temperaturerhöhung ermitteln lässt, zumal die Temperatursteigerung zu Anfang des Hydratationsprozesses sehr langsam vor sich geht. Von technischem Interesse ist nur die Fest-

stellung des Punktes, bei welchem der Gips beginnt, in einen festeren Zustand überzugehen, in welchem er für die Verarbeitung unbrauchbar wird. Die Dichte der Probekörper wird nach Seger und Cramer dadurch gefunden, dass das Gewicht der Druckkörper durch 355 und das der Zugkörper durch 70 dividiert wird.

### 1. Versuche mit Stuckgips von verschiedenem Wassergehalt.

Für die Versuche kamen vier Gipssorten in Betracht, deren Zusammensetzung in üblicher Weise ermittelt wurde. Die Analyse ergab, dass Gipsstein Ia am reinsten war, ihm folgen der Reihe nach Ib, Ic und II. Gipsstein II stammte von einer andern Lagerstätte wie Ia, Ib und Ic. Das spezifische Gewicht des Rohgipses wurde im Schuhmann'schen Volumenometer ermittelt.

| | Ia | Ib | Ic | II |
|---|---|---|---|---|
| $H_2O$ | 20,42 | 20,40 | 20,30 | 20,31 |
| $CaO$ | 32,71 | 32,56 | 32,80 | 32,80 |
| $Al_2O_3$ } $Fe_2O_3$ } | 0,28 | 0,36 | 0,36 | 0,30 |
| $MgO$ | 0,27 | 0,48 | 0,96 | 1,32 |
| $SO_3$ | 45,27 | 44,16 | 43,41 | 42,35 |
| Glühverlust | 0,52 | 1,30 | 1,08 | 1,80 |
| $SiO_2$ | 0,74 | 1,08 | 1,36 | 1,20 |
| | 100,21 | 100,24 | 100,27 | 100,08 |
| Spez. Gewicht | 2,231 | 2,212 | 2,202 | 2,227 |

Ich habe bereits in der Einleitung darauf aufmerksam gemacht, dass der Gips im technischen Betriebe bei einer Temperatur von 130—180° C gebrannt wird, also eine höhere Temperatur zum Garbrennen des Gipses erforderlich ist, als dem von van t'Hoff gefundenen Umwandlungspunkt 107° C entspricht. Der Grund, warum man im technischen Betrieb eine höhere Temperatur anwenden muss, liegt zum grossen Teil in dem schlechten Wärmeleitungsvermögen des Gipses, denn es kommt in der Technik darauf an, in möglichst

kurzer Zeit grosse Mengen Gips zu brennen, die Kürze der Brenndauer muss also durch die entsprechend höhere Temperatur ersetzt werden. Ein weiterer Grund ist in den von van t'Hoff beobachteten Verzögerungserscheinungen bei der Umwandlung des Dihydrats in andere Modifikationen des Kalziumsulfats zu suchen. Obwohl man bei der Herstellung des Stuckgipses im technischen Betriebe darauf bedacht ist, die Temperatur möglichst konstant zu halten, so gelingt es doch nicht, ein Produkt zu bekommen, das jedesmal die gleiche Festigkeit und Abbindezeit aufweist. Um nun zu konstatieren, worauf diese Unregelmässigkeit zurückzuführen ist, und wie sich die Festigkeit und Abbindezeit mit dem Wassergehalt des Gipses ändern, habe ich sowohl in einer Gipsfabrik wie auch im Laboratorium Brennversuche vorgenommen. Gipsstein Ia, Ib und Ic wurden bis zur gleichen Feinheit gemahlen und in einem mit Rührwerk versehenen eisernen Kessel 20′ 30′ 45′ und 55′ lang erhitzt. Nach 8tägiger Lagerung des gebrannten Gipses wurden aus den einzelnen verschieden lang gebrannten Gipssorten Probekörper hergestellt. Was den Wasserbedarf anbelangt, so war derselbe für Ia am grössten und für Ib etwas grösser wie für Ic. Der Unterschied im Wasserbedarf der einzelnen verschieden lang gebrannten Proben derselben Gipssorte war nur ein geringer. Um genau vergleichende Tabellen über die Festigkeit der einzelnen Gipssorten zu erhalten, wurde der Gips nicht willkürlich nach der in der Tonindustriezeitung angegebenen Methode, nach welcher man den Gips in Wasser bis zum Verschwinden des Wasserspiegels gibt, eingestreut, sondern jedesmal bestimmte Mengen Gips und Wasser genau abgewogen. Dabei zeigte es sich, dass von Gips Ib und Ic noch Probekörper aus einer Mischung von 700 Teilen Gips und 350 Teilen Wasser hergestellt werden konnten, während Gips Ia bei einer Wasserverwen-

dung von 400 gr auf 700 gr Gips bereits einen zähflüssigen Brei verursachte. Die Prüfung auf die Festigkeit wurde nach 45tägiger Lagerung der Probekörper vorgenommen.

Das Resultat der Versuche ergab, dass jedesmal der am längsten erhitzte Gips die höchste Festigkeit zeigte, wodurch der Beweis erbracht ist, dass der Gips dann seine Maximalfestigkeit erreicht, wenn sein Wassergehalt dem des Hemihydrats entspricht. Ein Vergleich der spez. Gewichte der Probekörper zeigt uns, dass abgesehen von kleinen Unregelmässigkeiten das spezifische Gewicht der Probekörper im umgekehrten Verhältnis zum Wassergehalt des verwendeten gebrannten Gipses steht, woraus sich schliessen lässt, dass ein gut gebrannter Gips mehr Wasser chemisch binden kann und infolgedessen auch fester wird, wie ein zu schwach gebrannter Gips.

Man sollte nun erwarten, dass auch die Hydratationszeit in einem bestimmten Verhältnis zur Festigkeit bezw. zum Wassergehalt des gebrannten Gipses steht. Meine Versuche in dieser Beziehung ergaben jedoch eine Unregelmässigkeit in der Hydratationszeit, die ich mir auf Grund dieser Versuche nicht erklären konnte.

Tabelle Ia.

| Bezeichnung des Gipssteins | Brenndauer | Wassergehalt | Hydratationszeit |
|---|---|---|---|
| Ia | 20′ | 7,20% | $6^1/_2$′ |
| | 30′ | 6,96% | $7^1/_2$′ |
| | 45′ | 6,87% | $7^1/_2$′ |
| | 55′ | 6,58% | $7^1/_2$′ |
| Ib | 20′ | 7,80% | $4^1/_2$′ |
| | 30′ | 7,20% | 11′ |
| | 45′ | 6,45% | $7^1/_2$′ |
| | 55′ | 6,28% | $7^1/_2$′ |
| Ic | 20′ | 8,30% | $4^1/_2$′ |
| | 30′ | 7,61% | 4′ |
| | 45′ | 6,36% | $5^3/_4$′ |
| | 55′ | 6,15% | $6^1/_4$′ |

Diese Unregelmässigkeit zeigte sich insbesonders bei Ib, indem der 20′ lang erhitzte Gips bei einem Wassergehalt von 7,8% eine Abbindezeit von 4′ aufwies, der 30′ lang gebrannte Gips eine solche von 11′ bei einem Wassergehalt von 7,2% und der noch länger gebrannte Gips mit einem Wassergehalt von 6,45% bezw. 6,28% eine Abbindezeit von $7^1/_2$′ beanspruchte.

Da einerseits die Versuche in der Fabrik eine genaue Beobachtung des Gipses während des Brennens nicht zuliessen, andererseits das verschiedene Verhalten des Gipses seine Hydratationszeit betreffend einer Aufklärung bedurfte, habe ich im Laboratorium Brennversuche mit einem von einer andern Lagerstätte stammenden Gips gemacht, der mit II bezeichnet sein möge. Die zum Brennen des Gipses verwendeten Apparate bestanden aus einem ca. 6 kg fassenden eisernen Kessel, der in ein durch drei Gasflammen erhitztes Oelbad eingesetzt wurde. Die Temperatur des Oelbades wurde während des Versuchs auf 180—200° C erhalten und jedesmal vor dem Brennen des Gipses auf diese Temperatur gebracht. Während der ganzen Brenndauer wurde der Gips mit Hilfe einer zweiten Person durch Umrühren und Umschaufeln in beständiger Bewegung gehalten und mittelst eines Thermometers die jeweilige Temperatur des Gipses festgestellt. Hiebei machte ich folgende Beobachtungen: Nach Verlauf einer halben Stunde kam der Gips in das Stadium des Kochens, nachdem er schon bei einer Temperatur von 80—85° C angefangen hatte, sein Wasser langsam abzugeben. Während des Kochens hatte der Gips eine Temperatur von 110—120° C. Der Gips, der anfangs nur mit einigem Kraftaufwand in Bewegung gehalten werden konnte, liess sich während der Kochperiode leicht umrühren und umschaufeln. Nach dem Kochen kam er in ein Stadium, in dem er sich nur mehr schwer be-

wegen liess. Nach Verlauf von 1½ Stunden war die Wasserabgabe gering und konnte nach 2 Stunden überhaupt nur noch bei fleissigem Umschaufeln beobachtet werden. Wurde das Umschaufeln und Umrühren des Gipses unterlassen, so liess sich selbst mittels einer Glasscheibe, die über den Gips gehalten wurde, eine Wasserabgabe nicht mehr konstatieren. Mit der Schaufel liess sich der Gips wie eine zusammenhängende Masse drehen und gab beim plötzlichen Umschaufeln das Wasser in kleinen Mengen stossweise ab. Diese Beobachtungen waren für mich sehr interessant, da sie mich vermuten lassen, worauf die Unregelmässigkeiten beim Brennen des Gipses zurückzuführen sind.

Während der Kochperiode hat der Gips die Beschaffenheit eines dünnen Breies, aus dem das Wasser leicht entweichen kann. Sobald aber die Wasserabgabe nur mehr gering ist, sintert der Gips zusammen und bildet eine dichte Masse, welche dem entweichenden Wasser einen grossen Widerstand entgegensetzt. Das von den unteren heisseren Schichten abgegebene Wasser sucht auf dem Weg nach oben diesen Widerstand zu überwinden, wird aber dabei von den oberen Schichten reabsorbiert. Eine ähnliche Beobachtung hat bereits Zunino [32]) gemacht, indem er beim Erhitzen des Gipses unter Druck bei Temperaturen über 200° C neben einer Entwässerung des Gipses eine Reabsorption konstatieren konnte, welche bei 240° ihren Höhepunkt erreichte, indem der Gips 75% des entweichenden Wassers reabsorbierte und erst bei einer Temperatur von über 260° diese Reabsorptionsfähigkeit verloren hatte. Beim Brennen des Gipses unterhalb 200° werden sich Hemihydrat als Hauptbestandteil, daneben aber auch Hydrate von wechselnder Zusammensetzung, ferner löslicher Anhydrit und in geringen Mengen sogenannter

[32]) Chem. Centr. 1901, I.

„totgebrannter Gips" bilden. Sowohl der lösliche Anhydrit als auch diejenigen Hydrate, welche sich im Übergang zum löslichen Anhydrit befinden, sind nach Versuchen von Cloez und Moye dadurch ausgezeichnet, dass sie sehr hyproskopisch sind und das Bestreben zeigen, durch Wasseraufnahme Hemihydrat und höhere Hydrate zu bilden. Es besteht also beim Brennen des Gipses nach der Kochperiode ein Gleichgewichtszustand, indem bei der Bildung des löslichen Anhydrits Wasser verdampft, dieses Wasser wird aber beim langsamen Entweichen durch die dichten Gipsschichten von dem bereits gebildeten löslichen Anhydrit und den zur schnellen Wasseraufnahme befähigten Hydraten reabsorbiert. Jedes dieser Hydrate hat bezüglich der Hydratationsgeschwindigkeit bestimmte Eigenschaften. Der lösliche Anhydrit sowie die Hydrate, deren Wassergehalt unter dem des Hemihydrats liegt, vermögen unter Zwischenbildung von Hemihydrat das Wasser ausserordentlich schnell zu binden, während das Hemihydrat ohne Zwischenbildung sich langsamer unter Wasseraufnahme als monoklines Dihydrat ausscheidet. Diejenigen Hydrate, deren Wassergehalt zwischen dem des Dihydrats und Hemihydrats liegt, können entweder aus Dihydrat durch ungenügende Erhitzung oder aus löslichem Anhydrit bezw. Hydraten, welche durch grosse Reabsorptionsfähigkeit ausgezeichnet sind, entstanden sein, und werden je nach ihrer Entstehungsart verschiedenes Verhalten zeigen. Alle diese Modifikationen sind im technisch gebrannten Stuckgips vorhanden und beeinflussen nach der Menge, in der sie einzeln darin enthalten sind, die Hydratationsgeschwindigkeit des Gipses im positiven oder negativen Sinn. Obwohl ich bei meinen Versuchen besonderen Wert legte auf eine gründliche Mischung des Gipses während des Brennens, zeigte sich die schon früher beobachtete Unregelmässigkeit in der Hydratationszeit.

Tabelle Ib.

| Gipsstein | Brenndauer | Wassergehalt | Hydratationszeit |
|---|---|---|---|
| | 55′ | 9,60% | 2′ |
| | 1 h 5′ | 9,15% | 3′ |
| | 1 h 15′ | 8,89% | $3^3/_4$′ |
| | 1 h 20′ | 8,52% | 7′ |
| | 1 h 25′ | 8,12% | 10′ |
| | 1 h 30′ | 7,70% | 12′ |
| II | 1 h 40′ | 7,45% | 11′ |
| | 1″ 45′ | 7,01% | 10′ |
| | 1″ 55′ | 6,95% | $7^1/_2$′ |
| | 2″ | 6,70% | $7^1/_2$′ |
| | 2″ 15′ | 6,64% | $7^1/_2$′ |
| | 2″ 30′ | 6,50% | 8′ |
| | 3″ | 6,14% | $8^1/_4$′ |
| | 3″ 30′ | 5,71% | 9′ |

Bei dem im technischen Betriebe gebrannten Gips ist es noch viel schwieriger, ein in Bezug auf die Abbindezeit einheitliches Produkt zu erhalten, da jedesmal grosse Mengen Gips gebrannt werden und infolgedessen bei dem schlechten Wärmeleitungsvermögen des Gipses eine gleichmässige Verteilung der Wärme erschwert wird. Um alles Dihydrat in erhärtungsfähigen Gips umzuwandeln und die Reabsorptionserscheinung möglichst hintanzuhalten, ist es vor allem notwendig, den Gips im Brennkessel innig zu mischen. Dabei ist es jedoch erforderlich, dass neben einer drehenden Bewegung des Rührwerkes auch eine schaufelnde stattfindet, damit der Gips durcheinander geworfen wird und hiedurch das verdampfende Wasser entweichen kann und die noch zu wenig entwässerten Teile gargebrannt werden können. Ein sich lediglich in einer Ebene fortbewegendes Rührwerk erleichtert zwar die Wasserabgabe während der Kochperiode, genügt jedoch zu einer gründlichen Mischung des Gipses nach dem Kochen nicht, da der Gips sich dicht in den Brennkessel einlegend die Bewegung des Rührwerks mitmacht, ohne gemischt zu werden. Solange der Gips während des Brennens noch unzersetzte oder noch nicht bis zum Hemihydrat gebrannte Bestandteile enthält, muss die

Abbindezeit einer Schwankung unterworfen sein, indem das entweichende Wasser unter Bildung verschiedener Hydrate reabsorbiert wird. Erst mit dem Verschwinden dieser letzten Anteile Dihydrats findet ein Ausgleich statt, der dadurch zum Ausdruck kommt, dass der Gips — ein gleichmässiges Brennen und Mischen vorausgesetzt — bei einem dem Hemihydrat entsprechenden Wassergehalt stets die gleiche Festigkeit und Abbindezeit zeigt.

Diesen Punkt habe ich nach 1¾stündigem Erhitzen des Gipses erreicht, der Gips zeigte eine Abbindezeit von 7½—8'. Erst durch 3½stündiges Erhitzen nahm die Abbindezeit bis zu 9' zu, wobei der Wassergehalt des Gipses weniger wie 6,2% betrug, woraus sich schliessen lässt, dass sich bereits etwas totgebrannter Gips gebildet hatte. Um ein gleichmässiges Produkt zu erhalten, muss man also drei Punkte berücksichtigen. Der Gips muss bei möglichst konstanter Temperatur erhitzt werden, auf die gründliche Mischung des Gipses im Brennkessel ist besonders Wert zu legen, und die Erhitzung des Gipses muss solang stattfinden, bis die letzten Anteile zu wenig gebrannten Gipses verschwunden sind. Was die Festigkeit anbelangt, so ist dieselbe nicht in dem Masse wie die Abbindezeit von der Art der Entwässerung auhängig, da ja auch der lösliche Anhydrit, sowie die durch Reabsorption des Wassers aus ihm entstehenden Hydrate die Fähigkeit zu erhärten besitzen, sie wird jedoch um so geringer sein, je mehr unzersetzte oder zu wenig entwässerte Bestandteile des Dihydrats im Gips noch enthalten sind.

## Versuche mit Stuckgips von verschiedenem Wassergehalt.

(Alter der Probekörper: 45 Tage).

Tabelle 2. **Gipsstein Ia.**

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm | Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 336 | | 38,0 | | | | 356,8 | | 53,8 |
| | | | 341,6 | | 51,0 | | | | 351,8 | | 56,4 |
| | | | 339,7 | | 43,0 | | | | 350,8 | | 58,2 |
| 20′ | 7,2% | 700:550 | 341,6 | 0,956 | 49,6 | 20′ | 7,2% | 700:500 | 359,1 | 1,004 | 55,6 |
| | | | 338,0 | | 44,0 | | | | 352,6 | | 47,6 |
| | | | 340,0 | | 45,0 | | | | 358,6 | | 51,0 |
| | | | 339,5 | | 44,4 | | | | 359,3 | | 41,0 |
| | | | 338,0 | | 50,0 | | | | 361,7 | | 56,6 |
| | | Mittel: | 339,3 | Mit.: | 45,6 | | | Mittel: | 356,3 | Mit.: | 52,5 |
| | | | 341,2 | | 42,6 | | | | 359,4 | | 54,6 |
| | | | 361,0 | | 43,0 | | | | 356,0 | | 51,2 |
| | | | 329,8 | | 44,0 | | | | 358,0 | | 55,6 |
| | | | 333,0 | | 45,2 | | | | 362,2 | | 49,6 |
| 30′ | 6,96% | 700:550 | 345,0 | 0,962 | 46,2 | 30′ | 6,96% | 700:500 | 359,4 | 1,015 | 56,6 |
| | | | 337,0 | | 42,0 | | | | 360,0 | | 57,6 |
| | | | 340,2 | | 53,0 | | | | 368,5 | | 57,2 |
| | | | 344,0 | | 48,0 | | | | 357,8 | | 46,6 |
| | | Mittel: | 341,4 | Mit.: | 45,5 | | | Mittel: | 360,2 | Mit.: | 53,6 |
| | | | 334,0 | | 49,8 | | | | 355,0 | | 56,0 |
| | | | 340,0 | | 41,8 | | | | 354,2 | | 49,0 |
| | | | 338,0 | | 45,8 | | | | 356,2 | | 40,4 |
| 45′ | 6,87% | 700:550 | 340,5 | 0,957 | 50,0 | 45′ | 6,87% | 700:500 | 360,0 | 1,004 | 59,2 |
| | | | 337,0 | | 50,6 | | | | 360,4 | | 56,4 |
| | | | 348,0 | | 42,4 | | | | 359,2 | | 55,0 |
| | | | 333,8 | | 52,0 | | | | 358,4 | | 57,8 |
| | | | 346,6 | | 45,8 | | | | 347,8 | | 58,2 |
| | | Mittel: | 339,7 | Mit.: | 47,3 | | | Mittel: | 356,4 | Mit.: | 54,0 |
| | | | 346,0 | | 48,0 | | | | 361,6 | | 61,6 |
| | | | 345,8 | | 51,0 | | | | 367,2 | | 72,2 |
| | | | 348,4 | | 41,0 | | | | 386,4 | | 60,0 |
| | | | 363,4 | | 53,0 | | | | 372,2 | | 70,0 |
| 55′ | 6,58% | 700:550 | 350,4 | 0,985 | 51,8 | 55′ | 6,58% | 700:500 | 370,8 | 1,051 | 67,0 |
| | | | 348,8 | | 56,6 | | | | 373,7 | | 64,4 |
| | | | 344,3 | | 45,0 | | | | 381,8 | | 69,2 |
| | | | 351,6 | | 59,8 | | | | 371,5 | | 67,6 |
| | | Mittel: | 349,8 | Mit.: | 50,8 | | | Mittel: | 372,2 | Mit.: | 64,0 |
| | | | | | | | | | 373,0 | | 66,3 |

Tabelle 2a. **Gipsstein Ia.**

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 386,0 | | 65,8 |
| | | | 374,4 | | 69,8 |
| | | | 384,2 | | 76,4 |
| 20′ | 7,2% | 700:450 | 381,5 | 1,067 | 85,6 |
| | | | 372,0 | | 73,6 |
| | | | 378,0 | | 81,2 |
| | | | 372,2 | | 68,4 |
| | | | 382,6 | | 72,4 |
| | | Mittel: | 378,9 | Mit.: | 74,2 |
| | | | 377,0 | | 57,6 |
| | | | 382,2 | | 58,6 |
| | | | 383,2 | | 72,8 |
| 30′ | 6,96% | 700:450 | 385,7 | 1,076 | 73,6 |
| | | | 383,7 | | 68,6 |
| | | | 383,2 | | 77,6 |
| | | | 384,5 | | 71,8 |
| | | | 375,7 | | 82,0 |
| | | Mittel: | 381,9 | Mit.: | 70,3 |
| | | | 383,6 | | 77,6 |
| | | | 377,0 | | 75,4 |
| | | | 381,0 | | 70,0 |
| 45′ | 6,87% | 700:450 | 390,0 | 1,071 | 67,0 |
| | | | 374,4 | | 73,6 |
| | | | 374,6 | | 75,4 |
| | | | 385,6 | | 74,2 |
| | | | 375,6 | | 78,4 |
| | | Mittel: | 380,2 | Mit.: | 73,9 |
| | | | 391,8 | | 86,8 |
| | | | 404,7 | | 90,8 |
| | | | 406,4 | | 97,0 |
| | | | 399,0 | | 82,4 |
| | | | 388,5 | | 92,2 |
| 55′ | 6,58% | 700:450 | 397,2 | 1,121 | 104,6 |
| | | | 400,0 | | 98,8 |
| | | | 397,0 | | 90,4 |
| | | | 400,4 | | 86,8 |
| | | | 394,2 | | 83,4 |
| | | Mittel: | 397,9 | Mit.: | 91,3 |

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 427,7 | | 99,6 |
| | | | 415,0 | | 91,4 |
| | | | 425,6 | | 95,6 |
| 20′ | 7,2% | 700:400 | 422,8 | 1,184 | 90,4 |
| | | | 421,4 | | 99,8 |
| | | | 414,2 | | 81,0 |
| | | | 420,7 | | 89,6 |
| | | | 414,2 | | 101,4 |
| | | Mittel: | 420,2 | Mit.: | 93,6 |
| | | | 413,6 | | 99,6 |
| | | | 425,2 | | 106,2 |
| | | | 413,0 | | 117,6 |
| 30′ | 6,96% | 700:400 | 419,2 | 1,177 | 109,8 |
| | | | 422,0 | | 99,0 |
| | | | 415,6 | | 100,6 |
| | | | 422,7 | | 103,0 |
| | | | 412,0 | | 107,0 |
| | | | 417,9 | | 105,4 |
| | | | 438,6 | | 95,2 |
| | | | 415,7 | | 104,6 |
| | | | 413,0 | | 112,8 |
| 45′ | 6,87% | 700:400 | 425,5 | 1,186 | 108,4 |
| | | | 421,6 | | 109,8 |
| | | | 421,0 | | 101,6 |
| | | | 413,2 | | 114,2 |
| | | | 418,6 | | 128,6 |
| | | Mittel: | 420,9 | Mit.: | 109,4 |
| | | | 423,0 | | 103,0 |
| | | | 439,8 | | 141,0 |
| | | | 425,2 | | 121,6 |
| | | | 450,2 | | 104,6 |
| | | | 442,0 | | 145,8 |
| 55′ | 6,58% | 700:400 | 433,0 | 1,223 | 122,4 |
| | | | 427,0 | | 125,0 |
| | | | 434,4 | | 120,8 |
| | | | 434,3 | | 123,0 |

Tabelle 3. **Gipsstein Ib.**

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips : Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 337,6 | | 36,4 |
| | | | 339,6 | | 29,0 |
| | | | 326,2 | | 27,4 |
| | | | 341,0 | | 28,4 |
| 20′ | 7,8% | 700:550 | 343,0 | 0,948 | 30,4 |
| | | | 328,0 | | 30,8 |
| | | | 330,0 | | 26,0 |
| | | | 348,0 | | 36,0 |
| | | Mittel: | 336,7 | Mit.: | 30,6 |
| | | | 343,0 | | 41,0 |
| | | | 357,6 | | 50,4 |
| | | | 345,0 | | 38,4 |
| | | | 359,0 | | 48,6 |
| 30′ | 7,2% | 700:550 | 368,4 | 0,992 | 53,0 |
| | | | 334,0 | | 34,6 |
| | | | 352,4 | | 40,6 |
| | | | 359,0 | | 47,6 |
| | | Mittel: | 352,3 | Mit.: | 44,3 |
| | | | 344,2 | | 49,4 |
| | | | 361,0 | | 49,8 |
| | | | 350,6 | | 45,6 |
| | | | 333,0 | | 44,0 |
| 45′ | 6,45% | 700:550 | 326,0 | 0,971 | 32,0 |
| | | | 344,2 | | 47,4 |
| | | | 331,0 | | 36,6 |
| | | | 368,6 | | 48,6 |
| | | Mittel: | 344,8 | Mit.: | 44,2 |
| | | | 345,0 | | 46,2 |
| | | | 364,0 | | 53,8 |
| | | | 353,0 | | 44,6 |
| 55′ | 6,28% | 700:550 | 351,0 | 0,998 | 40,2 |
| | | | 354,0 | | 47,0 |
| | | | 358,0 | | 49,6 |
| | | | 352,6 | | 49,8 |
| | | | 357,6 | | 40,4 |
| | | Mittel: | 354,4 | Mit.: | 46,5 |

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips : Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 353,6 | | 49,9 |
| | | | 359,6 | | 51,4 |
| | | | 349,4 | | 49,6 |
| | | | 357,2 | | 55,4 |
| 20′ | 7,8% | 700:500 | 365,6 | 1,006 | 49,4 |
| | | | 358,6 | | 42,4 |
| | | | 351,7 | | 55,6 |
| | | | 360,0 | | 51,8 |
| | | Mittel: | 357,0 | Mit.: | 50,7 |
| | | | 360,6 | | 55,0 |
| | | | 372,5 | | 57,6 |
| | | | 370,2 | | 50,8 |
| | | | 368,6 | | 50,4 |
| 30′ | 7,2% | 700:500 | 382,0 | 1,041 | 58,2 |
| | | | 374,8 | | 59,8 |
| | | | 364,4 | | 59,6 |
| | | | 363,4 | | 58,6 |
| | | Mittel: | 369,6 | Mit.: | 56,3 |
| | | | 350,6 | | 47,4 |
| | | | 361,3 | | 55,6 |
| | | | 361,7 | | 55,6 |
| | | | 372,4 | | 59,8 |
| 45′ | 6,45% | 700:500 | 361,2 | 1,017 | 63,6 |
| | | | 366,4 | | 57,0 |
| | | | 357,3 | | 54,8 |
| | | | 357,4 | | 63,0 |
| | | Mittel: | 361,0 | Mit.: | 57,1 |
| | | | 391,0 | | 57,8 |
| | | | 383,0 | | 54,8 |
| | | | 376,0 | | 65,6 |
| 55′ | 6,28% | 700:500 | 370,0 | 1,063 | 53,2 |
| | | | 381,5 | | 73,4 |
| | | | 367,0 | | 65,6 |
| | | | 372,8 | | 60,0 |
| | | | 379,1 | | 72,6 |
| | | Mittel: | 377,6 | Mit.: | 62,9 |

Tabelle 3a. **Gipsstein 1b.**

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 379,0 | | 58,6 |
| | | | 390,0 | | 57,0 |
| | | | 377,2 | | 60,8 |
| | | | 381,7 | | 62,2 |
| 20′ | 7,8% | 700:450 | 377,0 | 1,070 | 63,6 |
| | | | 379,2 | | 56,8 |
| | | | 380,4 | | 61,0 |
| | | | 374,4 | | 65,4 |
| | | Mittel: | 379,9 | Mit.: | 60,7 |
| | | | 386,8 | | 66,4 |
| | | | 383,4 | | 78,4 |
| | | | 388,0 | | 69,8 |
| 30′ | 7,2% | 700:450 | 392,0 | 1,092 | 65,6 |
| | | | 379,0 | | 52,4 |
| | | | 398,0 | | 67,6 |
| | | | 381,2 | | 75,4 |
| | | | 392,2 | | 62,6 |
| | | Mittel: | 387,6 | Mit.: | 67,3 |
| | | | 405,5 | | 73,0 |
| | | | 395,2 | | 60,0 |
| | | | 398,7 | | 84,4 |
| | | | 385,6 | | 69,4 |
| 45′ | 6,45% | 700:450 | 399,6 | 1,122 | 62,0 |
| | | | 403,8 | | 77,0 |
| | | | 401,3 | | 70,6 |
| | | | 397,4 | | 72,0 |
| | | | 398,4 | | 71,1 |
| | | | 410,7 | | 79,6 |
| | | | 408,6 | | 79,6 |
| 55′ | 6,28% | 700:450 | 393,0 | | 71,0 |
| | | | 397,0 | | 81,8 |
| | | | 409,9 | 1,136 | 80,0 |
| | | | 407,2 | | 71,2 |
| | | | 399,4 | | 77,0 |
| | | | 399,4 | | 76,4 |
| | | Mittel: | 403,2 | Mit.: | 77,1 |

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 410,6 | | 92,4 |
| | | | 406,4 | | 94,4 |
| | | | 407,4 | | 81,4 |
| | | | 418,2 | | 93,4 |
| 20′ | 7,8% | 700:400 | 417,5 | 1,167 | 79,0 |
| | | | 420,0 | | 84,0 |
| | | | 410,4 | | 80,0 |
| | | | 422,0 | | 81,2 |
| | | Mittel: | 414,1 | Mit.: | 85,7 |
| | | | 418,0 | | 103,0 |
| | | | 427,4 | | 81,6 |
| | | | 417,0 | | 94,0 |
| 30′ | 7,2% | 700:400 | 427,2 | 1,188 | 83,0 |
| | | | 423,0 | | 98,0 |
| | | | 427,0 | | 96,0 |
| | | | 423,4 | | 81,6 |
| | | | 412,5 | | 85,0 |
| | | Mittel: | 421,9 | Mit.: | 90,3 |
| | | | 424,0 | | 84,0 |
| | | | 417,1 | | 91,4 |
| | | | 410,2 | | 106,4 |
| | | | 421,1 | | 89,6 |
| 45′ | 6,45% | 700:400 | 406,0 | 1,168 | 84,6 |
| | | | 417,4 | | 89,0 |
| | | | 411,0 | | 98,6 |
| | | | 409,6 | | 87,4 |
| | | Mittel: | 414,6 | Mit.: | 91,4 |
| | | | 438,6 | | 122,0 |
| | | | 440,6 | | 117,0 |
| | | | 440,8 | | 107,0 |
| 55′ | 6,28% | 700:400 | 429,6 | 1,224 | 113,4 |
| | | | 420,0 | | 97,6 |
| | | | 442,0 | | 109,4 |
| | | | 422,2 | | 101,4 |
| | | | 441,4 | | 106,8 |
| | | Mittel: | 434,4 | Mit.: | 109,3 |

**Gipsstein Ib.** Tabelle 4. **Gipsstein Ic.**

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 453,4 | | 107,8 |
| | | | 463,0 | | 117,0 |
| | | | 453,0 | | 114,4 |
| 20′ | 7,8% | 700:350 | 457,6 | 1,285 | 115,0 |
| | | | 459,6 | | 116,0 |
| | | | 450,0 | | 151,0 |
| | | Mittel: | 456,1 | Mit.: | 120,2 |
| | | | 475,0 | | 142,4 |
| | | | 475,0 | | 127,0 |
| | | | 458,0 | | 150,6 |
| 30′ | 7,2% | 700:350 | 465,5 | 1,314 | 143,0 |
| | | | 467,3 | | 127,6 |
| | | | 458,2 | | 131,0 |
| | | Mittel: | 466,5 | Mit.: | 136,9 |
| | | | 457,4 | | 151,4 |
| | | | 461,1 | | 118,8 |
| 45′ | 6,45% | 700:350 | 463,0 | 1,300 | 132,2 |
| | | | 459,5 | | 131,0 |
| | | | 468,3 | | 109,0 |
| | | | 459,0 | | 155,6 |
| | | Mittel: | 461,4 | Mit.: | 133,0 |
| | | | 478,3 | | 156,0 |
| | | | 488,2 | | 144,6 |
| | | | 496,0 | | 166,6 |
| 55′ | 6,28% | 700:350 | 484,0 | 1,357 | 184,0 |
| | | | 475,0 | | 181,0 |
| | | | 470,0 | | 139,6 |
| | | Mittel: | 481,9 | Mit.: | 162,0 |

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 333,0 | | 31,0 |
| | | | 335,6 | | 28,8 |
| | | | 336,2 | | 28,4 |
| 20′ | 8,3% | 700:550 | 338,0 | 0,939 | 30,8 |
| | | | 333,0 | | 29,4 |
| | | | 335,0 | | 33,0 |
| | | | 325,6 | | 28,8 |
| | | | 329,4 | | 27,6 |
| | | Mittel: | 333,2 | Mit.: | 29,7 |
| | | | 336,6 | | 31,0 |
| | | | 339,2 | | 28,0 |
| | | | 343,8 | | 33,6 |
| 30′ | 7,61% | 700:550 | 330,6 | 0,949 | 28,8 |
| | | | 336,2 | | 30,2 |
| | | | 333,2 | | 31,4 |
| | | | 334,0 | | 29,0 |
| | | | 342,6 | | 30,8 |
| | | Mittel: | 337,0 | Mit.: | 30,4 |
| | | | 340,4 | | 49,0 |
| | | | 339,5 | | 42,4 |
| 45′ | 6,36% | 700:550 | 342,7 | 0,966 | 49,0 |
| | | | 346,6 | | 50,0 |
| | | | 338,4 | | 42,6 |
| | | | 341,3 | | 47,7 |
| | | | 344,6 | | 51,9 |
| | | | 350,7 | | 42,6 |
| | | Mittel: | 343,0 | Mit.: | 46,9 |
| | | | 346,0 | | 42,4 |
| | | | 361,4 | | 45,8 |
| | | | 346,0 | | 48,6 |
| 55′ | 6,15% | 700:550 | 351,0 | 0,998 | 48,4 |
| | | | 363,0 | | 46,6 |
| | | | 365,4 | | 50,6 |
| | | | 352,0 | | 45,0 |
| | | | 350,0 | | 57,6 |
| | | Mittel: | 354,4 | Mit.: | 48,1 |

Tabelle 4a. **Gipsstein Ic.**

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips : Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 344,0 | | 39,6 |
| | | | 349,8 | | 44,8 |
| | | | 348,3 | | 47,6 |
| 20′ | 8,3% | 700:500 | 348,6 | 0,981 | 34,0 |
| | | | 351,9 | | 36,8 |
| | | | 344,6 | | 40,0 |
| | | | 350,5 | | 41,8 |
| | | | 348,3 | | 39,8 |
| | | Mittel: | 348,3 | Mit.: | 40,6 |
| | | | 372,2 | | 51,0 |
| | | | 362,3 | | 44,6 |
| | | | 351,4 | | 44,0 |
| 30′ | 7,61% | 700:500 | 358,6 | 1,007 | 48,8 |
| | | | 355,0 | | 54,4 |
| | | | 350,0 | | 46,0 |
| | | | 353,6 | | 48,4 |
| | | | 357,0 | | 49,8 |
| | | Mittel: | 357,6 | Mit.: | 48,4 |
| | | | 366,6 | | 60,0 |
| | | | 361,2 | | 56,2 |
| | | | 358,6 | | 56,6 |
| 45′ | 6,36% | 700:500 | 367,2 | 1,025 | 52,8 |
| | | | 369,7 | | 59,6 |
| | | | 361,6 | | 56,4 |
| | | | 373,0 | | 65,6 |
| | | | 354,4 | | 59,4 |
| | | Mittel: | 364,0 | Mit.: | 58,3 |
| | | | 374,2 | | 60,6 |
| | | | 377,2 | | 55,6 |
| | | | 370,5 | | 56,4 |
| | | | 385,7 | | 64,2 |
| 55′ | 6,15% | 700:500 | 372,7 | 1,070 | 64,4 |
| | | | 382,8 | | 57,6 |
| | | | 391,0 | | 57,6 |
| | | | 385,3 | | 64,0 |
| | | Mittel: | 379,9 | Mit.: | 60,1 |

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips : Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 367,8 | | 53,0 |
| | | | 369,6 | | 59,6 |
| | | | 374,0 | | 58,4 |
| 20′ | 8,3% | 700:450 | 378,7 | 1,049 | 52,6 |
| | | | 375,8 | | 57,6 |
| | | | 370,0 | | 52,0 |
| | | | 374,6 | | 54,2 |
| | | | 370,2 | | 56,0 |
| | | Mittel: | 372,6 | Mit.: | 55,4 |
| | | | 378,6 | | 57,6 |
| | | | 386,2 | | 62,0 |
| | | | 380,4 | | 52,0 |
| 30′ | 7,61% | 700:450 | 380,4 | 1,067 | 64,6 |
| | | | 373,3 | | 54,0 |
| | | | 371,6 | | 60,8 |
| | | | 374,0 | | 61,0 |
| | | | 385,0 | | 62,2 |
| | | Mittel: | 378,7 | Mit.: | 59,3 |
| | | | 376,4 | | 74,0 |
| | | | 383,4 | | 72,2 |
| | | | 377,4 | | 74,0 |
| 45′ | 6,36% | 700:450 | 389,0 | 1,079 | 75,0 |
| | | | 382,0 | | 78,4 |
| | | | 392,0 | | 85,6 |
| | | | 375,6 | | 77,6 |
| | | | 387,4 | | 70,0 |
| | | Mittel: | 382,9 | Mit.: | 75,9 |
| | | | 404,0 | | 81,6 |
| | | | 414,6 | | 79,4 |
| | | | 390,0 | | 77,8 |
| | | | 403,4 | | 70,8 |
| 55′ | 6,15% | 700:450 | 403,7 | 1,129 | 76,4 |
| | | | 394,4 | | 72,8 |
| | | | 395,4 | | 81,0 |
| | | | 400,6 | | 78,2 |
| | | Mittel: | 400,8 | Mit.: | 77,3 |

Tabelle 4b. **Gipsstein Ic.**

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 405,0 | | 75,2 |
| | | | 403,0 | | 64,0 |
| | | | 399,0 | | 72,0 |
| | | | 416,0 | | 65,6 |
| 20′ | 8,3% | 700:400 | 395,0 | 1,141 | 68,2 |
| | | | 406,0 | | 83,0 |
| | | | 407,2 | | 58,8 |
| | | | 408,2 | | 73,6 |
| | | Mittel: | 404,9 | Mit.: | 70,1 |
| | | | 412,2 | | 80,4 |
| | | | 409,2 | | 74,2 |
| | | | 415,6 | | 81,2 |
| | | | 406,6 | | 83,6 |
| 30′ | 7,61% | 700:400 | 406,6 | 1,156 | 85,4 |
| | | | 416,4 | | 78,8 |
| | | | 407,6 | | 88,8 |
| | | | 408,6 | | 69,6 |
| | | Mittel: | 410,3 | Mit.: | 80,3 |
| | | | 418,0 | | 89,6 |
| | | | 409,3 | | 100,0 |
| | | | 407,8 | | 95,0 |
| | | | 410,4 | | 88,2 |
| 45′ | 6,36% | 700:400 | 418,2 | 1,168 | 91,0 |
| | | | 417,7 | | 80,4 |
| | | | 417,0 | | 94,8 |
| | | | 419,0 | | 88,8 |
| | | Mittel: | 414,7 | Mit.: | 91,0 |
| | | | 434,0 | | 102,8 |
| | | | 434,6 | | 90,8 |
| | | | 439,0 | | 96,2 |
| | | | 455,0 | | 111,4 |
| 55′ | 6,15% | 700:400 | 426,8 | 1,235 | 101,0 |
| | | | 438,0 | | 92,0 |
| | | | 436,2 | | 93,6 |
| | | | 445,0 | | 120,4 |
| | | Mittel: | 438,6 | Mit.: | 101,0 |

| Brenndauer | Wassergeh. | Gips: Wasser | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 444,0 | | 103,0 |
| | | | 441,0 | | 101,6 |
| | | | 454,0 | | 134,6 |
| 20′ | 8,3% | 700:350 | 452,0 | 1,257 | 108,0 |
| | | | 443,0 | | 103,0 |
| | | | 443,0 | | 116,0 |
| | | Mittel: | 446,2 | Mit.: | 111,0 |
| | | | 459,4 | | 144,4 |
| | | | 450,0 | | 110,2 |
| | | | 453,6 | | 116,6 |
| 30′ | 7,61% | 700:350 | 455,2 | 1,283 | 118,4 |
| | | | 457,0 | | 109,2 |
| | | | 457,2 | | 110,0 |
| | | Mittel: | 455,4 | Mit.: | 118,1 |
| | | | 452,0 | | 119,8 |
| | | | 459,0 | | 122,4 |
| | | | 449,5 | | 132,4 |
| 45′ | 6,36% | 700:350 | 462,0 | 1,285 | 115,4 |
| | | | 463,0 | | 110,0 |
| | | | 452,0 | | 123,0 |
| | | Mittel: | 456,3 | Mit.: | 120,5 |
| | | | 460,6 | | 119,6 |
| | | | 471,6 | | 149,0 |
| | | | 486,0 | | 137,4 |
| 55′ | 6,15% | 700:350 | 489,0 | 1,352 | 149,0 |
| | | | 482,0 | | 141,0 |
| | | | 487,6 | | 140,4 |
| | | | 484,4 | | 147,6 |
| | | Mittel: | 480,1 | Mit.: | 140,6 |

## Gipsstein II, im Laboratorium gebrannt.

Tabelle 5. (Alter der Probekörper: 40 Tage.)

| Brenndauer | Wassergeh. | Wasser : Gips | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 358,0 | | 20,4 |
| | | | 364,0 | | 16,0 |
| | | | 356,5 | | 20,0 |
| 55′ | 9,6% | 100:150 | 362,5 | 1,023 | 17,6 |
| | | | 357,5 | | 12,0 |
| | | | 374,0 | | 20,4 |
| | | | 370,4 | | 19,8 |
| | | Mittel: | 363,3 | Mit.: | 18,0 |
| | | | 377,0 | | 41,0 |
| | | | 373,0 | | 41,8 |
| | | | 371,4 | | 44,4 |
| | | | 363,5 | | 42,2 |
| 1 h 5′ | 9,15% | 100:150 | 376,0 | 1,050 | 42,0 |
| | | | 367,4 | | 40,6 |
| | | | 375,4 | | 45,0 |
| | | | 378,0 | | 40,4 |
| | | Mittel: | 372,8 | Mit.: | 42,2 |
| | | | 367,0 | | 54,2 |
| | | | 371,0 | | 58,6 |
| | | | 379,4 | | 57,6 |
| | | | 363,0 | | 57,6 |
| 1 h 15′ | 8,89% | 100:150 | 379,0 | 1,044 | 58,4 |
| | | | 372,0 | | 53,0 |
| | | | 364,2 | | 50,4 |
| | | | 368,0 | | 54,0 |
| | | Mittel: | 370,5 | Mit.: | 55,5 |
| | | | 378,0 | | 69,2 |
| | | | 379,4 | | 78,4 |
| | | | 380,5 | | 63,2 |
| | | | 376,0 | | 66,4 |
| 1 h 20′ | 8,52% | 100:150 | 388,0 | 1,064 | 64,4 |
| | | | 369,2 | | 66,6 |
| | | | 369,0 | | 73,3 |
| | | | 381,3 | | 68,7 |
| | | Mittel: | 377,7 | Mit.: | 68,8 |

| Brenndauer | Wassergeh. | Wasser : Gips | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 383,2 | | 70,[illegible] |
| | | | 385,0 | | 68,[illegible] |
| | | | 387,5 | | 81,[illegible] |
| 1 h 25′ | 8,12% | 100:150 | 389,6 | 1,080 | 70,[illegible] |
| | | | 372,0 | | 70,[illegible] |
| | | | 384,0 | | 64,[illegible] |
| | | | 386,2 | | 75,[illegible] |
| | | | 380,0 | | 70,[illegible] |
| | | Mittel: | 383,5 | Mit.: | 71,[illegible] |
| | | | 394,6 | | 67,[illegible] |
| | | | 379,6 | | 84,[illegible] |
| | | | 388,8 | | 74,[illegible] |
| 1 h 30′ | 7,7% | 100:150 | 380,0 | 1,086 | 68,[illegible] |
| | | | 388,0 | | 70,[illegible] |
| | | | 387,0 | | 77,[illegible] |
| | | | 378,0 | | 67,[illegible] |
| | | | 389,4 | | 66,[illegible] |
| | | Mittel: | 385,7 | Mit.: | 72,[illegible] |
| | | | 390,0 | | 72,[illegible] |
| | | | 390,0 | | 76,[illegible] |
| | | | 387,2 | | 85,[illegible] |
| 1 h 40′ | 7,45% | 100:150 | 381,0 | 1,083 | 85,[illegible] |
| | | | 380,6 | | 80,[illegible] |
| | | | 387,4 | | 84,[illegible] |
| | | | 375,4 | | 81,[illegible] |
| | | | 383,0 | | 72,[illegible] |
| | | Mittel: | 384,3 | Mit.: | 79,[illegible] |
| | | | 391,4 | | 82,[illegible] |
| | | | 399,8 | | 83,[illegible] |
| | | | 382,2 | | 81,[illegible] |
| 1 h 45′ | 7,01% | 100:150 | 386,6 | 1,081 | 78,[illegible] |
| | | | 374,6 | | 77,[illegible] |
| | | | 379,8 | | 70,[illegible] |
| | | | 378,7 | | 84,[illegible] |
| | | | 379,0 | | 84,[illegible] |
| | | Mittel: | 384,0 | Mit.: | 80,[illegible] |

Tabelle 5a. **Gipsstein II.**

| Brenndauer | Wassergeh. | Wasser: Gips | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 409,0 | | 80,4 |
| | | | 407,6 | | 88,2 |
| | | | 375,0 | | 72,4 |
| | | | 375,5 | | 76,0 |
| 1 h 55′ | 6,95% | 100:150 | 380,6 | 1,800 | 86,8 |
| | | | 382,8 | | 79,6 |
| | | | 380,0 | | 74,2 |
| | | | 379,6 | | 81,0 |
| | | Mittel: | 386,3 | Mit.: | 79,8 |
| | | | 419,0 | | 90,6 |
| | | | 420,6 | | 93,2 |
| | | | 389,0 | | 72,4 |
| | | | 388,6 | | 77,2 |
| 2 h | 6,70% | 100:150 | 389,6 | 1,111 | 76,2 |
| | | | 384,5 | | 69,8 |
| | | | 385,0 | | 80,4 |
| | | | 379,8 | | 97,6 |
| | | Mittel: | 394,5 | Mit.: | 82,2 |
| | | | 391,6 | | 86,4 |
| | | | 387,5 | | 80,0 |
| | | | 384,3 | | 74,0 |
| | | | 389,6 | | 91,4 |
| 2¼ h | | 100:150 | 389,7 | 1,089 | 79,6 |
| | | | 390,0 | | 81,4 |
| | | | 378,0 | | 85,2 |
| | | | 382,2 | | 91,6 |
| | 6,64% | Mittel: | 386,6 | Mit.: | 83,7 |

| Brenndauer | Wassergeh. | Wasser: Gips | Gewicht des Druckkörpers | Spez. Gew. | Druckfestigkeit pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 399,0 | | 111,6 |
| | | | 414,0 | | 104,0 |
| | | | 384,7 | | 80,4 |
| | | | 380,0 | | 80,2 |
| 2½ h | 6,5% | 100:150 | 384,2 | 1,094 | 88,0 |
| | | | 384,6 | | 80,4 |
| | | | 376,0 | | 76,0 |
| | | | 385,2 | | 70,4 |
| | | Mittel: | 388,4 | Mit.: | 86,4 |
| | | | 429,6 | | 92,0 |
| | | | 413,5 | | 100,0 |
| | | | 405,0 | | 85,6 |
| | | | 394,0 | | 89,6 |
| 3 h | 6,14% | 100:150 | 385,3 | 1,126 | 89,6 |
| | | | 402,6 | | 84,4 |
| | | | 380,4 | | 92,2 |
| | | | 386,6 | | 94,0 |
| | | Mittel: | 399,6 | Mit.: | 92,2 |
| | | | 392,0 | | 83,4 |
| | | | 400,0 | | 91,4 |
| | | | 390,0 | | 79,6 |
| | | | 389,4 | | 85,6 |
| 3½ h | 5,7% | 100:150 | 395,4 | 1,106 | 77,0 |
| | | | 389,8 | | 85,0 |
| | | Mittel: | 392,8 | Mit.: | 83,6 |

## 2. Über die für die Erhärtung des Stuckgipses günstigsten Bedingungen.

Wenn auch in erster Linie die Festigkeit des Stuckgipses von der Art des Brennens und dem Grade der Entwässerung abhängig ist, so darf doch nicht ausser Acht gelassen werden, wie der gebrannte Gips bei seiner Verarbeitung behandelt werden muss, damit er am härtesten und auch widerstandsfähigsten gegen die Atmosphärilien wird. Was das Einstreuen des Gipses in Wasser betrifft, so möge hier nur erwähnt werden, dass dasselbe möglichst gleichmässig geschehen soll, damit nicht durch Klumpenbildung ein Teil des Gipses der Einwirkung des Wassers entzogen wird. Aus der Annahme, dass der Hydratation des Stuckgipses ein Löslichkeitsprozess zu Grunde liegt, lässt sich folgern, dass derselbe von Temperatureinflüssen abhängig sein muss. Es ist deshalb zu vermuten, dass die Temperatur des Anmachewassers bei der Hydratation und Erhärtung des Gipses eine Rolle spielt und habe ich zunächst festgestellt, in welcher Weise die Hydratationszeit des Gipses bei Anwendung verschieden temperierten Wassers beeinflusst wird. Mittels der Vicat'schen Nadel habe ich konstatieren können, dass der Gipsbrei bei einer Mischungstemperatur von 30—40° am schnellsten abbindet. Bei Verwendung von sehr kaltem Wasser bindet der Gips langsam ab und bei einer Temperatur von über 40° C nimmt die Hydratationszeit wieder allmählich zu.

| Temperatur des Wassers | Temperatur des Gipses | Temperatur der Mischung | Hydratationszeit |
|---|---|---|---|
| 2,4 Grad | 18,4 Grad | 8,7 Grad | $9^1/_4'$ |
| 6,2 „ | 18,4 „ | 11,9 „ | $8^1/_4'$ |
| 10,2 „ | 18,4 „ | 14,1 „ | $8'$ |
| 18,4 „ | 18,4 „ | 18,4 „ | $7^3/_4'$ |
| 24,1 „ | 18,4 „ | 21,6 „ | $7^1/_2'$ |
| 32,6 „ | 18,6 „ | 26,6 „ | $7'$ |
| 44,2 „ | 18,6 „ | 33,5 „ | $6^3/_4'$ |
| 44,8 „ | 18,6 „ | 34,1 „ | $6^3/_4'$ |

| Temperatur des Wassers | Temperatur des Gipses | Temperatur der Mischung | Hydratations-Zeit |
|---|---|---|---|
| 46,0 Grad | 18,6 Grad | 35,9 Grad | $6^1/_2{}'$ |
| 51,0 „ | 18,7 „ | 38,1 „ | $6^1/_2{}'$ |
| 63,5 „ | 18,7 „ | 44,3 „ | $7'$ |
| 73,0 „ | 18,7 „ | 50,0 „ | $7^1/_4{}'$ |
| 78,0 „ | 18,7 „ | 53,8 „ | $7^1/_4{}'$ |

Das Ergebnis ist deshalb bemerkenswert, weil es direkt darauf hinweist, dass der Hydratation des Stuckgipses ein Löslichkeitsprozess zu Grunde liegt, indem die Hydratationsgeschwindigkeit mit der Löslichkeit des Gipses in Wasser zunimmt. Die Löslichkeit des Gipses ist bei $0^0$ am geringsten, steigt schnell bis zu einer Temperatur von $37^0$ und nimmt dann wieder langsam ab. Mit der zu- und abnehmenden Löslichkeit des Gipses in Wasser ändert sich auch die Hydratationszeit. Was die Festigkeit des Gipses inbezug auf verschiedene Temperaturen des Anmachewassers anbelangt, so ergaben meine Versuche, dass der Gips mit Wasser von der Temperatur $0^0$ angemacht die höchste Festigkeit erlangte. Dieses Verhalten lässt sich leicht dadurch erklären, dass bei Anwendung von kaltem Wasser die Hydratation des Gipses eine vollständigere ist, wie bei Verwendung von höher temperiertem Wasser; denn die Hydratationsreaktion wird bei Verwendung von kaltem Wasser nur langsam eingeleitet und die einzelnen Moleküle des Hemihydrats finden Gelegenheit, sich mit steigender Temperatur vollständig zu lösen und das zur Bildung des Dihydrats nötige Wasser in sich aufzunehmen; infolge der geringeren Reaktionsgeschwindigkeit werden sich die einzelnen Kristalle des Dihydrats unter einander besser verwachsen können, wie bei einem schnellen Verlauf der Reaktion.[33]) Ferner ist bei Verwendung von kaltem Wasser die Abbindetemperatur eine niedrigere wie bei Verwen-

[33]) Siehe Seite 22.

dung von warmem Wasser, es wird infolgedessen auch die durch Wärme hervorgerufene Volumzunahme eine kleinere sein und der Gips ein dichteres Gefüge erhalten.

Bei diesem Versuche hatten der Gips und der Versuchsraum eine andere Temperatur wie das Anmachewasser, weshalb der Einfluss der verschiedenen Temperaturen des Anmachewassers auf die Festigkeit des Gipses nicht immer ganz deutlich sichtbar war. Bei den weiteren Versuchen wurde aus diesem Grund darauf Rücksicht genommen, dass auch Gips wie Versuchsraum auf die gleiche Temperatur wie das Anmachewasser gebracht wurden. Es wurden Probekörper hergestellt bei Temperaturen von 0°, 15°, 25°, 35 und 50° C, letztere bei 50° C in einem Trockenschrank. Die Probekörper blieben nach dem Eingiessen in die Formen eine Stunde lang in dem auf die bestimmte Temperatur gebrachten Raum liegen und wurden dann in das Aufbewahrungszimmer für die Probekörper verbracht. Wie vorauszusehen war, liessen sich bei diesem Versuch die durch Anwendung verschiedener Temperaturen des Anmachewassers hervorgerufenen Festigkeitsunterschiede viel deutlicher erkennen. Es zeigte sich, dass die Druckfestigkeit der Probekörper von 0—50° C stufenweise um 16,6 kg pro qcm abgenommen hatte.

Der Wert der Baumaterialien hängt zum grossen Teil von ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse des Frostes und der Witterung ab. Diese ist durch drei Faktoren bestimmt, nämlich durch die Löslichkeit des Baumaterials in Wasser, durch seine Festigkeit, sowie durch seine Dichte bezw. Porosität. Der Verwitterung eines Steines geht zumeist die Einwirkung des Frostes voraus, indem derselbe durch seine sprengende Wirkung Risse erzeugt, durch welche das Wasser eindringen kann und eine allmähliche Lösung

des Steines verursacht. Die zerstörende Wirkung des Frostes ist umso grösser, je mehr Feuchtigkeit der betreffende Stein oder Mörtel enthält. Was nun speziell den Stuckgips anbelangt, so hat es mich interessiert zu erfahren, in welcher Weise die Temperatur des Anmachewassers u. s. w. einen Einfluss auf die Wetter- und Frostbeständigkeit des frisch abgebundenen feuchten Gipses ausübt. Einige der unter den obigen Bedingungen hergestellten Probekörper wurden nach dem Abbinden auf ein Glasdach ins Freie verbracht, blieben daselbst drei Monate lang liegen und waren während dieser Zeit Frost, Schnee, Regen und Sonnenschein ausgesetzt. Trotz der kurzen Zeit, während der die Probekörper den Einflüssen der Witterung ausgesetzt waren, liess sich schon mit freiem Auge erkennen, in welcher Weise dieselbe eingewirkt hatte. Die bei einer Temperatur von $0^0$ C hergestellten Probekörper hatten offenbar am wenigsten Einbusse erlitten, denn ich konnte weder Risse noch besonders auffallende Zeichen der Verwitterung an ihnen entdecken, nur die Ecken und Kanten, wo das Stück aufgelegen war, waren durch den Regen etwas beschädigt worden. Betrachtete man zum Unterschied die bei $35^0$ C hergestellten Zugkörper, so konnte man sofort die Spuren der Verwitterung wahrnehmen, indem sich an der Einschnürstelle, wo der Frost am leichtesten eine Sprengung der Teilchen hervorrufen konnte, deutlich sichtbare Risse und Sprünge zeigten. Im Zusammenhang mit diesen Beobachtungen hat sich gezeigt, dass die Druckfestigkeit der bei einer Temperatur von $0^0$ C hergestellten Probekörper durch die Lagerung im Freien nicht beeinträchtigt wurde, während bei den bei einer Temperatur von $35^0$ C hergestellten Probekörpern eine Festigkeitsdifferenz von 11,5 kg pro qcm zwischen den im Zimmer und Freien aufbewahrten Druckkörpern festgestellt werden konnte. Aus diesen Versuchen über den Einfluss der Tempera-

tur des Anmachewassers ergibt sich also, dass man beim Anmachen des Gipses möglichst kaltes Wasser verwenden soll, da einerseits die Abbindezeit verlängert, andererseits die Festigkeit und Wetterbeständigkeit erhöht wird. Da die Formen der Stuckateure gegen Wärmeeinflüsse empfindlich sind, so möge noch erwähnt werden, dass entsprechend der Temperatur des Anmachewassers die Abbindetemperatur bei Verwendung von kaltem Wasser kleiner ist, wie bei Verwendung von warmem Wasser.

Meine weiteren Untersuchungen bezogen sich auf den Einfluss der Art des Anmachewassers auf die Festigkeit und Abbindefähigkeit des Gipses. Zur Verwendung gelangte Brunnenwasser, destilliertes, ausgekochtes und abgestandenes Wasser von der Temperatur 12° C. Mit natürlichem (harten) Wasser erlangt der Gips die geringste Festigkeit. Der Grund hiefür ist in dem Gehalt des natürlichen Wassers an gelöster Luft bezw. Kohlensäure zu suchen, die mit dem Steigen der Temperatur des Gipsbreies langsam entweicht und im Gips eine feine Porosität erzeugt, welche die Festigkeit verringert. Die im natürlichen Wasser enthaltenen kleinen Luftbläschen sind auch die Ursache, dass die Hydratationszeit bei Anwendung von natürlichem Wasser im negativen Sinn beeinflusst wird, jedoch ist die dadurch hervorgerufene Verzögerung der Abbindezeit sehr gering und beträgt nur eine halbe Minute.

Für viele Verwendungszwecke in der Bautechnik wird der Kalk dem Stuckgips vorgezogen, weil ersterer grössere Festigkeit und Wetterbeständigkeit besitzt. Ein unbestreitbarer Vorzug des Gipses gegenüber dem Kalk ist jedoch der, dass der Gips viel schneller trokkene Wände liefert wie der Kalk, da die Erhärtung des Kalkes auf einem anderen Vorgang beruht, wie die

des Gipses. Der gebrannte Kalk nimmt beim Anrühren mit Wasser ein Molekül desselben unter Bildung von Hydroxyd auf: $CaO+H_2O=Ca(OH)_2$. Das Kalziumhydroxyd verbindet sich sodann mit der Kohlensäure der Luft zu Karbonat unter Ausscheidung von Wasser: $Ca(OH)_2+CO_2=Ca\ CO_3+H_2O$. Diese Bildung von Kalziumkarbonat erfolgt jedoch nicht momentan, sondern allmählich. Mit jedem gebildeten Molekül Kalziumkarbonat ist die Ausscheidung eines Moleküls Wasser verbunden, infolgedessen müssen aus Kalkmörtel hergestellte Wände längere Zeit feucht bleiben. Der der Erhärtung des Stuckgipses zu Grunde liegende chemische Prozess ist schon nach einer halben Stunde beendet, die weitere Zunahme der Festigkeit beruht lediglich auf der Abgabe des überschüssigen Wassers bis zur Lufttrockne und kann bereits nach wenigen Tagen sich vollzogen haben. Bei der grossen Empfindlichkeit des Stuckgipses gegen Feuchtigkeit ist es ratsam, ihn nicht nur vor Feuchtigkeit zu schützen, sondern auch das ihm mechanisch beigemengte Wasser möglichst rasch zu entziehen. Dies dürfte am schnellsten und vorteilhaftesten dadurch zu erreichen sein, dass der Gips nach dem Abbinden starker Zugluft ausgesetzt wird. Der Verlust des überschüssigen Wassers vollzieht sich hiebei so rasch, dass Probekörper 48 Stunden lang starker Zugluft ausgesetzt um durchschnittlich 50 gr Wasser mehr verloren hatten, wie die in einem windstillen Raum von mittlerer Temperatur aufbewahrten Probekörper. Wie zu erwarten war, wurde auch die Festigkeit bei einer schnellen Entziehung des überschüssigen Wassers günstig beeinflusst. Um andererseits zu zeigen, wie sehr der Gips in seiner Festigkeit beeinträchtigt wird, wenn er an feuchten Orten zur Verwendung gelangt oder das ihm mechanisch beigemengte Wasser nicht verlieren kann, habe ich Probekörper nach dem Abbinden mit einem

Anstrich versehen und nach zweimonatlicher Lagerung im Freien auf ihre Festigkeit geprüft:

| | Druckfestigkeit |
|---|---|
| Stuckgips ohne Anstrich: | 57 kg pro qcm. |
| Stuckgips mehrmals gefirnisst: | 45 kg pro qcm. |
| Stuckgips mit Oelfarbe bestrichen: | 22,6 kg pro qcm. |
| Stuckgips zuerst gefirnisst und dann mit Farbe bestrichen: | 17,5 kg pro qcm. |

Nachdem ich die günstigsten Bedingungen sowohl bezüglich des Brennens als auch der Verarbeitung des gebrannten Gipses festgestellt habe, dürfte es noch von Interesse sein, zu erfahren, um welchen Betrag die Festigkeit des gebrannten Gipses gesteigert werden kann, wenn bei der Verarbeitung des Gipses alle die Bedingungen eingehalten werden, welche die Festigkeit günstig beeinflussen. Zu diesem Zwecke habe ich einen Teil der Probekörper unter normalen Bedingungen, d. h. in einem Zimmer von 15° C bei Verwendung von Gips und natürlichem Wasser von der Temperatur 15° C hergestellt und daselbst gelagert, ein anderer Teil wurde bei einer Temperatur des Wassers (destilliert), Gipses und Raumes von 0° C angefertigt, nach dem Abbinden 8 Tage lang starker Zugluft ausgesetzt und dann zur weiteren Trocknung im Zimmer aufbewahrt. Die Prüfung auf die Festigkeit ergab einen Unterschied von ungefähr 20 kg pro qcm. Man sieht also, dass sich durch eine sachgemässe Behandlung des gebrannten Gipses dessen Festigkeit bedeutend steigern lässt.

## Einfluss der Temperatur des Anmachewassers auf die Festigkeit des Gipses.

Tabelle 7. **Gips A** (Alter der Probekörper: 60 Tage).

| Temp. des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm | Temp. des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 71,0 | | 18,75 | | | 102,8 | | 72,7 | | 16,90 | | | 76,0 |
| | 70,5 | | 18,79 | | | 104,2 | | 71,5 | | 15,72 | | | 76,2 |
| | 71,5 | | 17,90 | | | 116,0 | | 72,0 | | 16,43 | | | 78,0 |
| 0° | 71,0 | 1,011 | 18,80 | 376,0 | 1,059 | 97,0 | 50° | 72,2 | 1,030 | 16,80 | 370,3 | 1,043 | 79,5 |
| | 70,2 | | 18,60 | | | 99,0 | | 72,0 | | 16,83 | | | 82,4 |
| | 70,3 | | 18,54 | | | 102,4 | | 72,1 | | 16,90 | | | 82,2 |
| | 70,8 | | 18,56 | | | 103,6 | | 72,1 | | 16,60 | | | 79,1 |
| | 72,2 | | 21,10 | | | 87,0 | | 72,3 | | 16,80 | | | 80,2 |
| | 71,6 | | 21,05 | | | 68,0 | | 72,5 | | 17,70 | | | 81,0 |
| | 72,5 | | 18,22 | | | 93,6 | | 72,3 | | 17,40 | | | 80,5 |
| 10° | 70,3 | 1,010 | 16,80 | 378,7 | 1,067 | 86,4 | 60° | 72,4 | 1,034 | 17,60 | 372,1 | 1,048 | 78,5 |
| | 71,6 | | 19,50 | | | 101,8 | | 72,1 | | 17,70 | | | 83,8 |
| | 71,7 | | 19,08 | | | 91,2 | | 72,5 | | 17,61 | | | 77,6 |
| | 71,7 | | 19,29 | | | 88,0 | | 72,4 | | 17,47 | | | 80,3 |
| | 72,3 | | 16,9 | | | 99,6 | | 72,8 | | 17,05 | | | 74,3 |
| | 71,5 | | 15,25 | | | 87,0 | | 72,8 | | 15,85 | | | 75,9 |
| | 72,5 | | 16,90 | | | 74,6 | | 74,1 | | 16,40 | | | 72,8 |
| 20° | 71,5 | 1,013 | 18,60 | 375,6 | 1,058 | 83,6 | 70° | 72,2 | 1,037 | 16,40 | 371,7 | 1,047 | 80,4 |
| | 72,0 | | 18,10 | | | 87,1 | | 73,6 | | 16,60 | | | 63,6 |
| | 71,7 | | 16,09 | | | 94,4 | | 71,5 | | 16,70 | | | 84,6 |
| | 71,9 | | 16,97 | | | 87,7 | | 72,8 | | 16,50 | | | 75,3 |
| | 73,0 | | 18,40 | | | 92,4 | | 74,5 | | 19,45 | | | 72,8 |
| | 72,5 | | 18,55 | | | 91,2 | | 73,2 | | 17,02 | | | 69,4 |
| | 72,5 | | 18,49 | | | 91,5 | | 75,2 | | 18,00 | | | 61,6 |
| 30° | 72,3 | 1,030 | 18,68 | 376,3 | 1,060 | 87,8 | 80° | 74,5 | 1,063 | 15,05 | 375,8 | 1,059 | 61,6 |
| | 72,5 | | 17,45 | | | 92,4 | | 74,0 | | 17,54 | | | 91,0 |
| | 71,5 | | 19,95 | | | 92,0 | | 74,7 | | 16,20 | | | 70,2 |
| | 72,4 | | 18,59 | | | 91,2 | | 74,4 | | 17,21 | | | 71,1 |
| | 72,7 | | 17,80 | | | 75,4 | | 75,5 | | 19,95 | | | 77,0 |
| | 71,2 | | 15,05 | | | 79,8 | | 75,5 | | 18,10 | | | 70,8 |
| | 71,5 | | 16,25 | | | 80,4 | | 75,5 | | 18,07 | | | 74,2 |
| 40° | 71,8 | 1,010 | 17,05 | 374,1 | 1,054 | 67,8 | 90° | 75,3 | 1,077 | 18,00 | 375,0 | 1,056 | 85,4 |
| | 71,6 | | 16,62 | | | 75,4 | | 75,7 | | 17,65 | | | 78,5 |
| | 71,1 | | 16,50 | | | 73,6 | | 75,5 | | 16,75 | | | 80,4 |
| | 71,7 | | 16,55 | | | 75,4 | | 75,5 | | 18,09 | | | 77,7 |

Tabelle 8. **Gips B** (Alter der Probekörper: 80 Tage).

| Temp. des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 74,8 | | 18,40 | 372,2 | | 67,0 |
| | 75,0 | | 16,49 | 377,0 | | 90,4 |
| | 74,4 | | 17,76 | 383,2 | | 82,0 |
| | 76,0 | | 19,35 | 364,2 | | 77,2 |
| 0° | 74,0 | 1,068 | 19,10 | 376,0 | 1,051 | 65,0 |
| | 75,2 | | 20,18 | 368,0 | | 73,0 |
| | 73,4 | | 16,43 | 365,4 | | 68,2 |
| | 75,0 | | 18,40 | 383,0 | | 72,2 |
| | 75,3 | | 19,58 | 370,6 | | 66,4 |
| | 74,8 | | 18,41 | 370,6 | | 63,8 |
| | | | | 373,0 | | 72,5 |
| | 74,0 | | 18,45 | 365,2 | | 67,8 |
| | 74,9 | | 18,82 | 364,8 | | 72,4 |
| | 74,5 | | 17,00 | 369,4 | | 67,8 |
| | 74,6 | | 19,69 | 368,4 | | 45,8 |
| 10° | 73,8 | 1,061 | 18,15 | 354,8 | 1,028 | 53,6 |
| | 74,2 | | 16,52 | 369,0 | | 53,0 |
| | 74,2 | | 14,45 | 369,2 | | 55,6 |
| | 74,1 | | 19,70 | 368,4 | | 56,8 |
| | 74,0 | | 18,21 | 362,0 | | 62,0 |
| | 74,3 | | 17,89 | 359,6 | | 69,0 |
| | | | | 365,1 | | 60,4 |
| | 74,0 | | 18,25 | 365,6 | | 71,2 |
| | 75,0 | | 17,37 | 370,7 | | 58,0 |
| | 74,2 | | 15,50 | 368,0 | | 56,0 |
| | 74,0 | | 18,80 | 367,2 | | 67,0 |
| 20° | 74,5 | 1,035 | 15,91 | 368,6 | 1,036 | 71,0 |
| | 75,4 | | 18,90 | 368,2 | | 63,6 |
| | 74,8 | | 17,70 | 362,0 | | 64,6 |
| | 74,3 | | 15,03 | 368,4 | | 56,4 |
| | 75,0 | | 16,64 | 370,6 | | 65,2 |
| | 74,6 | | 17,12 | 369,4 | | 65,0 |
| | | | | 367,9 | | 63,8 |
| | 73,6 | | 17,52 | 357,4 | | 67,8 |
| | 73,6 | | 18,03 | 365,6 | | 57,8 |
| | 73,8 | | 17,38 | 365,5 | | 66,6 |
| | 74,8 | | 16,72 | 366,5 | | 70,0 |
| 30° | 74,2 | 1,070 | 18,10 | 362,8 | 1,026 | 48,0 |
| | 73,8 | | 16,38 | 357,7 | | 71,8 |
| | 73,0 | | 16,40 | 364,0 | | 53,6 |
| | 73,0 | | 16,22 | 372,2 | | 40,4 |
| | 74,0 | | 16,85 | 359,3 | | 72,0 |
| | 74,9 | | 16,86 | 369,6 | | 71,0 |
| | 73,9 | | 17,05 | 364,1 | | 61,9 |

| Temp. des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 73,3 | | 17,51 | 364,7 | | 66,6 |
| | 74,5 | | 17,10 | 368,0 | | 70,0 |
| | 75,0 | | 18,18 | 364,0 | | 69,6 |
| | 74,2 | | 16,21 | 364,4 | | 66,0 |
| 40° | 73,8 | 1,058 | 17,53 | 358,4 | 1,028 | 56,0 |
| | 74,6 | | 13,00 | 369,0 | | 73,0 |
| | 73,8 | | 17,25 | 367,0 | | 66,4 |
| | 74,0 | | 15,00 | 368,2 | | 66,0 |
| | 73,4 | | 17,06 | 359,6 | | 71,6 |
| | 74,1 | | 16,32 | 364,8 | | 69,6 |
| | | | | | | 67,5 |
| | 72,8 | | 16,48 | 362,8 | | 63,0 |
| | 74,8 | | 15,40 | 364,4 | | 62,8 |
| | 73,6 | | 15,03 | 363,6 | | 59,6 |
| | 71,9 | | 16,40 | 361,4 | | 59,4 |
| 50° | 73,6 | 1,046 | 16,78 | 360,4 | 1,025 | 61,6 |
| | 74,2 | | 15,78 | 360,0 | | 64,8 |
| | 73,3 | | 17,09 | 365,6 | | 71,6 |
| | 71,5 | | 16,23 | 375,0 | | 63,6 |
| | 73,2 | | 15,96 | 356,5 | | 60,6 |
| | 73,2 | | 16,13 | 360,6 | | 51,2 |
| | | | | 364,0 | | 61,8 |
| | 74,2 | | 15,54 | 363,2 | | 56,4 |
| | 73,6 | | 16,10 | 366,6 | | 53,6 |
| | 73,2 | | 15,17 | 354,5 | | 59,6 |
| | 73,0 | | 16,04 | 360,4 | | 60,4 |
| 60° | 73,8 | 1,051 | 15,95 | 363,4 | 1,013 | 61,6 |
| | 72,7 | | 16,48 | 360,0 | | 57,6 |
| | 73,4 | | 14,46 | 358,2 | | 58,8 |
| | 74,8 | | 14,60 | 363,4 | | 57,4 |
| | 74,4 | | 17,28 | 352,5 | | 56,2 |
| | 73,0 | | 15,30 | 356,0 | | 57,4 |
| | 73,6 | | 15,69 | 359,8 | | 57,9 |
| | 73,4 | | 16,53 | 367,4 | | 53,4 |
| | 73,2 | | 13,56 | 364,4 | | 54,2 |
| | 73,2 | | 19,20 | 358,0 | | 56,6 |
| | 72,6 | | 16,00 | 366,0 | | 57,4 |
| 70° | 73,8 | 1,044 | 17,90 | 360,6 | 1,014 | 59,4 |
| | 73,0 | | 18,90 | 352,4 | | 60,6 |
| | 72,8 | | 15,90 | 359,5 | | 59,0 |
| | 72,4 | | 16,35 | 357,0 | | 58,8 |
| | 73,8 | | 17,82 | 355,4 | | 60,2 |
| | 73,1 | | 16,91 | 364,4 | | 56,4 |
| | | | | 360,5 | | 57,6 |

Tabelle 8a. **Gips B** (Alter der Probekörper: 80 Tage).

| Temp. des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm | Temp. des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 73,8 | | 17,08 | 362,7 | | 57,0 | | 74,2 | | 15,40 | 367,6 | | 58,6 |
| | 71,8 | | 17,01 | 358,6 | | 59,8 | | 72,6 | | 16,20 | 371,6 | | 58,8 |
| | 73,4 | | 17,30 | 355,8 | | 59,6 | | 73,8 | | 14,94 | 360,4 | | 64,8 |
| | 74,4 | | 16,34 | 359,6 | | 59,0 | | 74,4 | | 15,15 | 371,0 | | 54,4 |
| 80° | 72,6 | 1,051 | 17,30 | 357,6 | 1,018 | 57,0 | 90° | 73,5 | 1,050 | 14,99 | 373,6 | 1,030 | 59,6 |
| | 73,7 | | 17,73 | 365,0 | | 56,8 | | 73,6 | | 14,88 | 368,2 | | 58,6 |
| | 75,2 | | 14,01 | 362,5 | | 56,6 | | 73,4 | | 15,33 | 355,2 | | 57,0 |
| | 73,6 | | 14,02 | 369,2 | | 60,4 | | 72,9 | | 15,00 | 363,4 | | 54,4 |
| | 73,5 | | 17,98 | 362,7 | | 59,6 | | 73,2 | | 17,20 | 354,0 | | 55,0 |
| | 73,6 | | 16,53 | 361,3 | | 54,8 | | 73,5 | | 15,45 | 371,6 | | 61,0 |
| | | | | 361,5 | | 58,1 | | | | | 365,7 | | 58,2 |

**Gips und Versuchsraum haben gleiche Temperatur wie das Anmachewasser.**

Tabelle 9. (Alter der Probekörper: 21 Tage).

| Temp. des Wass., Gips, u. Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm | Temp. des Wass., Gips, u. Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,6 | | 14,1 | 370,2 | | 24,0 | | 70,0 | | 13,99 | 357,4 | | 41,6 |
| | 69,2 | | 16,8 | 346,0 | | 47,0 | | 69,6 | | 15,50 | 368,0 | | 31,0 |
| | 69,6 | | 16,39 | 365,6 | | 28,0 | | 70,0 | | 15,58 | 385,2 | | 35,4 |
| | 69,4 | | 16,32 | 363,0 | | 32,0 | | 69,4 | | 13,02 | 370,0 | | 28,6 |
| 0° | 69,5 | 0,990 | 15,58 | 350,0 | 0,993 | 50,0 | 15° | 70,7 | 1,001 | 13,82 | 393,8 | 1,053 | 21,0 |
| | 69,8 | | 17,83 | 345,4 | | 57,8 | | 70,6 | | 12,10 | 416,0 | | 24,0 |
| | 69,8 | | 16,33 | 348,4 | | 52,6 | | 70,7 | | 15,61 | 363,2 | | 41,0 |
| | 68,2 | | 14,26 | 341,0 | | 59,6 | | 69,4 | | 14,02 | 383,0 | | 33,0 |
| | 68,2 | | 16,00 | 344,0 | | 60,2 | | 70,2 | | 14,10 | 356,7 | | 32,0 |
| | 69,3 | | 15,96 | 352,6 | | 45,7 | | 70,0 | | 16,01 | 374,8 | | 32,0 |
| | | | | | | | | 70,1 | | 14,38 | | | |
| | | | | | | | | 69,5 | | 14,84 | 353,8 | | 33,6 |
| | | | | | | | | 68,8 | | 13,45 | 346,6 | | 24,0 |
| | | | | | | | | 68,8 | | 13,36 | 355,4 | | 25,0 |
| | | | | | | | | 68,8 | | 11,53 | 365,0 | | 16,4 |
| | | | | | | | 25° | 69,0 | 0,988 | 13,49 | 338,7 | 0,987 | 39,0 |
| | | | | | | | | 69,2 | | 14,72 | 338,6 | | 35,8 |
| | | | | | | | | 69,2 | | 15,80 | 347,6 | | 16,2 |
| | | | | | | | | 70,2 | | 13,20 | 351,2 | | 42,0 |
| | | | | | | | | 68,6 | | 16,11 | 363,6 | | 23,6 |
| | | | | | | | | 69,8 | | 16,40 | 351,2 | | 28,4 |
| | | | | | | | | 69,2 | | 14,29 | | | |

Tabelle 10. Alter der Probekörper: 90 Tage.

| Temp. des Wass., Gips. u. Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,4 | | 17,28 | | | |
| | 70,6 | | 18,00 | | | |
| | 68,4 | | 17,80 | | | |
| | 69,4 | | 16,27 | 350,7 | | 85,0 |
| | 69,6 | | 17,50 | 347,0 | | 70,0 |
| | 70,4 | | 16,45 | 364,9 | | 74,0 |
| | 70,5 | | 15,00 | 365,8 | | 62,2 |
| | 69,2 | | 19,30 | 347,0 | | 62,0 |
| 0° | 70,6 | 0,996 | 21,22 | 344,8 | 0,982 | 88,4 |
| | 69,1 | | 17,11 | 345,8 | | 72,0 |
| | 70,3 | | 16,02 | 338,3 | | 81,8 |
| | 69,4 | | 17,51 | 341,8 | | 72,0 |
| | 69,7 | | 18,18 | 345,6 | | 76,6 |
| | 69,2 | | 17,15 | 351,8 | | 67,6 |
| | 70,0 | | 14,80 | 347,2 | | 78,0 |
| | 69,6 | | 20,90 | 344,4 | | 85,0 |
| | 69,4 | | 15,00 | 345,0 | | 69,4 |
| | 69,8 | | 15,00 | 347,8 | | 76,6 |
| | 69,4 | | 19,45 | | | |
| | 69,7 | | 17,37 | 348,5 | | 74,7 |
| | 68,6 | | 14,49 | 345,8 | | 57,6 |
| | 68,5 | | 14,70 | 343,5 | | 64,0 |
| | 68,5 | | 14,23 | 345,0 | | 70,6 |
| 25° | 68,6 | 0,974 | 13,50 | 341,5 | 0,971 | 67,6 |
| | 67,2 | | 16,77 | 344,4 | | 57,0 |
| | 67,8 | | 13,00 | 347,8 | | 74,0 |
| | 68,2 | | 14,45 | 444,7 | | 65,1 |
| | | | | 355,0 | | 49,0 |
| | | | | 341,0 | | 54,6 |
| | | | | 339,8 | | 53,0 |
| 50° | — | — | | 335,5 | 0,960 | 55,6 |
| | | | | 333,6 | | 68,6 |
| | | | | 339,0 | | 68,6 |
| | | | | 340,7 | | 58,2 |

| Temp. des Wass., Gips. u. Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,6 | | 17,45 | | | |
| | 69,6 | | 17,90 | | | |
| | 69,3 | | 15,60 | | | |
| | 68,8 | | 17,08 | 351,0 | | 76,2 |
| | 69,6 | | 15,42 | 349,0 | | 71,8 |
| | 69,5 | | 14,10 | 367,0 | | 71,4 |
| | 71,0 | | 15,17 | 344,8 | | 70,0 |
| | 69,8 | | 15,00 | 347,8 | | 66,0 |
| | 69,6 | | 17,34 | 352,3 | | 76,2 |
| | 71,1 | | 15,25 | 349,8 | 0,979 | 67,2 |
| | 69,2 | | 16,95 | 340,4 | | 65,0 |
| 15° | 70,1 | 0,996 | 14,66 | 345,2 | | 73,0 |
| | 69,3 | | 17,50 | 344,8 | | 67,4 |
| | 69,3 | | 14,25 | 341,0 | | 74,4 |
| | 69,2 | | 18,63 | 336,9 | | 63,6 |
| | 69,6 | | 16,70 | 344,9 | | 58,0 |
| | 69,9 | | 12,45 | 347,6 | | 70,2 |
| | 69,2 | | 16,16 | 351,5 | | 73,0 |
| | 69,2 | | 15,20 | | | |
| | 70,8 | | 14,76 | | | |
| | 69,7 | | 15,88 | 347,6 | | 69,6 |
| | 68,8 | | 16,65 | 336,4 | | 41,0 |
| | 69,7 | | 14,95 | 338,2 | | 70,0 |
| | 71,6 | | 14,47 | 350,0 | | 71,6 |
| | 68,6 | | 13,45 | 342,4 | | 62,6 |
| | 69,4 | | 15,58 | 339,0 | | 68,6 |
| | 69,2 | | 14,20 | 345,0 | | 63,6 |
| | 68,6 | | 12,92 | 352,2 | | 57,6 |
| 35° | 68,0 | | 15,00 | 330,6 | | 66,0 |
| | 69,0 | 0,985 | 16,72 | 342,6 | 0,960 | 65,4 |
| | 69,6 | | 14,75 | 340,2 | | 57,0 |
| | 68,6 | | 15,40 | 344,8 | | 68,8 |
| | 69,0 | | 11,45 | 336,6 | | 70,2 |
| | 69,4 | | 13,65 | 342,0 | | 66,6 |
| | 69,7 | | 16,60 | 337,0 | | 70,4 |
| | 69,8 | | 14,77 | 337,0 | | 58,0 |
| | 64,8 | | 14,45 | | | 63,8 |
| | 69,0 | | 14,68 | 340,9 | | |

**Einfluss des Frostes und der Witterung auf Probekörper, hergestellt unter den gleichen Bedingungen, wie diejenigen in Tabelle 9 und 10.**

Tabelle 11.

| Temp. des Wass., Gips u. Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,8 | | 15,03 | | | |
| | 70,0 | | 11,10 | | | |
| | 69,2 | | 14,85 | 343,8 | | 74,8 |
| | 70,3 | | 10,00 | 351,4 | | 72,6 |
| 0° | 70,8 | 0,999 | 18,72 | 347,0 | 0,969 | 77,0 |
| | 70,4 | | 15,02 | 342,0 | | 72,4 |
| | 69,4 | | 17,18 | 342,4 | | 79,0 |
| | 69,8 | | 17,10 | 347,3 | | 84,4 |
| | 68,8 | | 17,60 | 340,8 | | 80,4 |
| | 70,0 | | 13,39 | 339,0 | | 77,6 |
| | 69,9 | | 15,0 | 344,2 | | 77,3 |
| | 69,2 | | 9,10 | 357,0 | | 77,0 |
| | 71,6 | | 13,81 | 349,0 | | 61,0 |
| | 70,2 | | 14,97 | 350,8 | | 60,4 |
| | 70,4 | | 15,35 | 353,0 | | 72,2 |
| 15° | 70,1 | 0,998 | 3,70 | 348,0 | 0,982 | 71,4 |
| | 67,8 | | 9,00 | 343,0 | | 62,6 |
| | 69,4 | | 9,69 | 344,0 | | 63,4 |
| | 69,4 | | 15,81 | 345,0 | | 71,6 |
| | 69,8 | | 15,90 | 348,7 | | 67,5 |
| | 70,2 | | 3,70 | | | |
| | 69,8 | | 11,1 | | | |

| Temp. des Wass., Gips. u. Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 68,6 | | 8,36 | 345,2 | | 59,2 |
| | 68,5 | | 13,58 | 342,2 | | 61,0 |
| | 69,0 | | 9,51 | 342,3 | | 50,4 |
| | 70,2 | | 10,02 | 337,4 | | 53,6 |
| 25° | 69,8 | 0,990 | 10,80 | 337,7 | 0,959 | 56,8 |
| | 69,2 | | 3,50 | 336,8 | | 61,8 |
| | 68,5 | | 12,81 | 342,8 | | 60,6 |
| | 70,3 | | 15,58 | 340,2 | | 51,4 |
| | 71,0 | | 9,90 | 340,6 | | 56,9 |
| | 67,8 | | 11,00 | | | |
| | 69,3 | | 10,51 | | | |
| | 68,4 | | 3,20 | 341,7 | | 50,8 |
| | 69,3 | | 3,90 | 345,4 | | 51,2 |
| | 69,2 | | 14,33 | 342,0 | | 55,0 |
| | 66,0 | | 3,50 | 341,6 | | 55,0 |
| 35° | 68,8 | 0,983 | 14,85 | 332,8 | 0,958 | 49,6 |
| | 68,7 | | 6,90 | 337,6 | | 54,2 |
| | 68,2 | | 13,98 | 339,6 | | 50,6 |
| | 70,2 | | 14,88 | 340,1 | | 52,3 |
| | 70,2 | | 14,80 | | | |
| | 68,8 | | 10,04 | | | |

## Über die Art des Anmachewassers.

Tabelle 12. Natürliches und destilliertes Wasser.

(Alter der Zugkörper: 32 Tage; der Druckkörper: 40 Tage).

| Art des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Natürl. Wasser | 70,6 | | 17,56 | 376,1 | | 103,0 |
| | 70,7 | | 17,12 | 369,3 | | 107,6 |
| | 71,5 | | 19,52 | 371,2 | | 100,4 |
| | 71,2 | | 17,62 | 376,5 | | 91,0 |
| | 70,9 | 1,017 | 15,60 | 376,3 | 1,053 | 91,8 |
| | 71,2 | | 17,15 | 374,2 | | 114,2 |
| | 71,2 | | 16,88 | 373,9 | | 101,3 |
| | 72,0 | | 17,53 | | | |
| | 71,2 | | 17,37 | | | |
| Destill. Wasser | 71,6 | | 19,70 | 370,9 | | 104,0 |
| | 71,0 | | 16,40 | 371,5 | | 99,8 |
| | 71,1 | | 17,93 | 369,9 | | 115,4 |
| | 71,2 | | 18,52 | 369,7 | | 107,6 |
| | 71,0 | 1,017 | 18,89 | 370,9 | 1,044 | 115,6 |
| | 71,4 | | 17,23 | 370,3 | | 102,2 |
| | 71,6 | | 18,12 | 370,5 | | 107,4 |
| | 71,4 | | 18,95 | | | |
| | 71,3 | | 18,22 | | | |

| Art des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Natürl. Wasser | 77,0 | | 18,10 | 391,2 | | 90,2 |
| | 77,4 | | 18,05 | 390,6 | | 104,2 |
| | 76,8 | | 17,56 | 388,2 | | 106,6 |
| | 77,3 | | 17,20 | 375,8 | | 86,4 |
| | 77,4 | 1,097 | 17,15 | 366,0 | 1,068 | 106,2 |
| | 76,6 | | 19,30 | 374,3 | | 94,0 |
| | 76,5 | | 16,92 | 376,0 | | 105,6 |
| | 76,3 | | 16,00 | 380,2 | | 90,2 |
| | 76,6 | | 17,15 | 380,3 | | 113,0 |
| | 76,8 | | 17,49 | 370,6 | | 96,6 |
| | | | | 379,3 | | 99,3 |
| Destill. Wasser | 75,6 | | 15,71 | 375,8 | | 113,6 |
| | 76,2 | | 16,34 | 380,3 | | 85,0 |
| | 76,7 | | 15,46 | 376,0 | | 102,6 |
| | 77,0 | | 16,34 | 377,2 | | 110,0 |
| | 77,8 | 1,101 | 18,67 | 369,9 | 1,066 | 103,0 |
| | 77,6 | | 19,50 | 380,2 | | 100,0 |
| | 77,4 | | 19,26 | 386,8 | | 98,8 |
| | 77,3 | | 18,60 | 372,6 | | 117,6 |
| | 78,2 | | 18,73 | 378,9 | | 123,0 |
| | 77,1 | | 17,62 | 386,0 | | 103,6 |
| | | | | 378,4 | | 105,7 |

## Natürliches und ausgekochtes Wasser.

Tabelle 13. (Alter der Probekörper: 60 Tage).

| Art des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Natürl. Wasser | 74,4 | | 16,40 | 358,0 | | 67,2 |
| | 72,8 | | 15,33 | 366,2 | | 65,0 |
| | 73,6 | | 15,47 | 368,7 | | 74,4 |
| | 73,6 | | 15,94 | 363,0 | | 68,4 |
| | 74,6 | 1,053 | 14,10 | 358,8 | 1,026 | 66,6 |
| | 72,6 | | 16,51 | 365,0 | | 78,0 |
| | 74,0 | | 14,98 | 365,7 | | 64,8 |
| | 74,0 | | 13,00 | 367,2 | | 79,4 |
| | 73,7 | | 15,24 | 369,0 | | 76,0 |
| | | | | 363,6 | | 60,4 |
| | | | | 370,0 | | 61,6 |
| | | | | 369,0 | | 71,6 |
| | | | | 365,5 | | 71,8 |
| | | | | 360,0 | | 75,2 |
| | | | | 359,6 | | 64,0 |
| | | | | 361,2 | | 59,0 |
| | | | | 364,4 | | 69,0 |
| Ausgek. Wasser | 74,0 | | 16,30 | 376,2 | | 70,6 |
| | 74,0 | | 16,25 | 371,6 | | 70,6 |
| | 75,6 | | 19,70 | 361,0 | | 74,0 |
| | 74,6 | | 19,25 | 363,4 | | 70,0 |
| | 76,2 | 1,066 | 17,59 | 368,4 | 1,040 | 67,2 |
| | 73,8 | | 17,56 | 368,4 | | 76,2 |
| | 74,4 | | 17,40 | 369,0 | | 86,2 |
| | 74,4 | | 19,80 | 374,2 | | 64,0 |
| | 74,3 | | 18,70 | 375,0 | | 72,4 |
| | 74,6 | | 18,06 | 367,0 | | 78,0 |
| | | | | 369,4 | | 72,9 |

## Natürliches und abgestandenes Wasser.

Tabelle 14. (Alter der Probekörper: 50 Tage).

| Art des Wassers | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Natürl. Wasser | — | — | — | 356,0 | | 59,6 |
| | | | | 353,4 | | 58,7 |
| | | | | 351,0 | | 58,6 |
| | | | | 355,0 | | 62,8 |
| | | | | 354,5 | 1,003 | 59,0 |
| | | | | 362,2 | | 59,0 |
| | | | | 363,0 | | 55,0 |
| | | | | 353,0 | | 58,0 |
| | | | | 356,0 | | 58,8 |
| Abgest. Wasser | — | — | — | 355,0 | | 65,4 |
| | | | | 356,6 | | 58,0 |
| | | | | 350,0 | | 59,0 |
| | | | | 358,0 | | 57,4 |
| | | | | 358,4 | 1,001 | 59,0 |
| | | | | 350,7 | | 66,8 |
| | | | | 356,3 | | 61,2 |
| | | | | 359,0 | | 54,0 |
| | | | | 355,5 | | 60,1 |

## Über das Trocknen des Gipses.

Tabelle 15. (Alter der Probekörper: 50 Tage).

| Beschaffenheit des Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Im Zimmer | 70,3 | | 13,43 | 399,2 | | 26,2 |
| | 70,6 | | 15,25 | 409,8 | | 25,6 |
| | 75,0 | | 14,53 | 400,5 | | 25,0 |
| | 70,0 | | 10,00 | 392,7 | | 30,0 |
| | 69,0 | 1,014 | 14,60 | 396,0 | 1,136 | 27,4 |
| | 69,9 | | 16,37 | 423,0 | | 24,0 |
| | 69,0 | | 13,39 | 403,6 | | 26,4 |
| | 70,5 | | 16,50 | | | |
| | 69,2 | | 14,00 | | | |
| | 76,0 | | 10,00 | | | |
| | 71,0 | | 13,81 | | | |
| In Zugluft | 70,0 | | 13,40 | 356,0 | | 71,8 |
| | 71,0 | | 14,05 | 353,0 | | 61,3 |
| | 70,8 | | 14,00 | 349,0 | | 67,3 |
| | 69,2 | | 13,01 | 344,0 | | 67,3 |
| | 70,0 | 0,994 | 13,95 | 340,5 | 0,981 | 61,6 |
| | 69,5 | | 14,10 | 347,0 | | 64,6 |
| | 69,7 | | 17,20 | 348,3 | | 65,1 |
| | 67,2 | | 15,10 | | | |
| | 69,5 | | 16,38 | | | |
| | 69,8 | | 15,25 | | | |
| | 69,7 | | 14,64 | | | |

Tabelle 16. (Alter der Probekörper: 45 Tage).

| Beschaffenheit des Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Im Zimmer | 70,0 | | 18,30 | 346,5 | | 69,8 |
| | 69,4 | | 14,00 | 352,1 | | 65,0 |
| | 70,2 | | 17,38 | 346,8 | | 62,2 |
| | 69,5 | | 17,70 | 351,0 | | 58,0 |
| | 70,6 | 0,996 | 12,97 | 351,6 | 0,989 | 66,0 |
| | 70,0 | | 17,12 | 355,9 | | 64,4 |
| | 69,3 | | 16,33 | 351,7 | | 76,0 |
| | 70,4 | | 16,27 | 352,5 | | 60,0 |
| | 69,9 | | 16,26 | 351,4 | | 65,2 |
| In Zugluft | 72,2 | | 16,30 | 358,0 | | 68,3 |
| | 71,4 | | 18,50 | 350,0 | | 68,3 |
| | 70,8 | | 17,10 | 353,6 | | 62,3 |
| | 71,7 | | 15,87 | 351,8 | | 70,3 |
| | 71,8 | 1,021 | 16,80 | 354,5 | 0,997 | 76,3 |
| | 71,4 | | 16,58 | 355,0 | | 66,3 |
| | 71,1 | | 16,30 | 363,0 | | 60,3 |
| | 71,5 | | 14,70 | 344,2 | | 75,3 |
| | 71,5 | | 16,52 | 353,8 | | 68,8 |

Tabelle 17. Alter der Probekörper: 80 Tage.

| Beschaffenheit des Raumes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Im Zimmer | 69,2 | | 15,06 | 349,6 | | 72,2 |
| | 70,0 | | 14,08 | 345,4 | | 77,6 |
| | 69,0 | | 15,23 | 353,6 | | 71,2 |
| | 70,6 | | 16,47 | 350,6 | | 73,0 |
| | 70,2 | | 16,40 | 343,6 | | 72,6 |
| | 70,4 | 1,000 | 16,21 | 345,0 | 0,980 | 71,6 |
| | 70,3 | | 16,50 | 351,0 | | 68,6 |
| | 70,4 | | 15,30 | 350,5 | | 73,8 |
| | 70,4 | | 15,60 | 344,6 | | 73,2 |
| | 69,7 | | 13,15 | 347,3 | | 73,2 |
| | 69,6 | | 16,52 | 341,6 | | 70,6 |
| | 70,0 | | 15,50 | 353,2 | | 75,4 |
| | | | | 348,0 | | 68,2 |
| | | | | | | 72,4 |
| In Zugluft | 69,0 | | 14,00 | 353,0 | | 81,0 |
| | 71,2 | | 16,70 | 352,8 | | 77,6 |
| | 69,2 | | 15,08 | 353,0 | | 71,6 |
| | 70,6 | | 15,65 | 345,4 | | 71,8 |
| | 70,4 | | 15,50 | 354,4 | | 80,0 |
| | 70,2 | 1,000 | 16,80 | 345,0 | 0,984 | 72,8 |
| | 70,6 | | 16,35 | 343,0 | | 74,4 |
| | 68,3 | | 14,70 | 356,6 | | 79,2 |
| | 70,4 | | 18,18 | 347,6 | | 73,8 |
| | 69,8 | | 16,71 | 346,6 | | 70,0 |
| | 70,2 | | 17,07 | 347,4 | | 79,0 |
| | 70,0 | | 16,07 | 349,5 | | 75,6 |

## Probekörper, hergestellt unter normalen und den für die Erhärtung des Stuckgipses günstigen Bedingungen.

Tabelle 18. (Alter der Probekörper: 90 Tage).

| Art der Herstellung der Probek. | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unter normalen Bedingungen. | 74,4 | | 16,40 | 358,0 | | 67,2 |
| | 72,8 | | 15,33 | 366,2 | | 65,0 |
| | 73,6 | | 15,47 | 368,7 | | 74,4 |
| | 73,6 | | 15,94 | 363,0 | | 68,4 |
| | 74,6 | 1,054 | 14,10 | 358,8 | 1,026 | 66,6 |
| | 72,6 | | 16,51 | 365,0 | | 78,0 |
| | 74,0 | | 14,98 | 365,7 | | 64,8 |
| | 74,0 | | 13,00 | 367,2 | | 79,4 |
| | 73,8 | | 15,22 | 369,0 | | 76,0 |
| | | | | 363,6 | | 60,4 |
| | | | | 370,0 | | 61,6 |
| | | | | 369,0 | | 71,6 |
| | | | | 365,5 | | 71,8 |
| | | | | 360,0 | | 75,2 |
| | | | | 359,6 | | 64,0 |
| | | | | 361,2 | | 59,0 |
| | | | | 364,4 | | 68,9 |
| Unter den günstigsten Bedingungen | 75,0 | | 22,08 | 374,0 | | 78,0 |
| | 75,4 | | 19,20 | 376,4 | | 91,0 |
| | 75,2 | | 16,00 | 374,0 | | 88,4 |
| | 75,2 | | 21,77 | 367,0 | | 92,4 |
| | 74,4 | 1,073 | 18,04 | 372,4 | 1,047 | 85,8 |
| | 75,0 | | 21,52 | 371,4 | | 87,8 |
| | 75,0 | | 20,58 | 373,4 | | 95,6 |
| | 75,2 | | 20,40 | 375,0 | | 101,0 |
| | 75,2 | | 22,22 | 366,4 | | 93,6 |
| | 75,1 | | 20,22 | 366,6 | | 79,8 |
| | | | | 371,7 | | 89,3 |

### 3. Über die Lagerung des Gipses in verschiedenen Räumen.

Wie ich mich gelegentlich meiner Brennversuche überzeugen konnte, bindet der frischgebrannte Gips das Wasser sehr schnell, in manchen Fällen erfolgt das Abbinden sogar so rasch, dass sich der Gipsbrei noch während des Umrührens im Gefäss erwärmte. Erst nach mehrtägiger Lagerung des Gipses tritt eine Konstanz in der Abbindezeit ein. Dieses Verhalten des Gipses erkläre ich mir durch das Vorhandensein löslichen Anhydrits und solcher Hydrate, deren Wassergehalt unterhalb dem des Hemihydrats liegt. Dieselben nehmen beim Lagern von der Luft Feuchtigkeit auf und gehen in das sich langsamer hydratisierende Hemihydrat über. Das Hemihydrat selbst ist jedoch auch nicht beständig, sondern geht, wie van t'Hoff gezeigt hat, in die beständigeren Formen des Kalziumsulfats, das Dihydrat und den Anhydrit über, jedoch erfolgt diese Umwandelung erst im Verlauf von 8—10 Jahren. Je weiter diese Umwandlung fortgeschritten ist, desto geringer wird die Festigkeit des Gipses sein. Ob nun die Geschwindigkeit der Umwandlung bei der Lagerung des Gipses von dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und der Temperatur abhängig ist, habe ich dadurch zu ermitteln gesucht, dass ich Gips vier Monate lang in Räumen von verschiedener Beschaffenheit lagerte Der Gips wurde gelagert:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Im Keller bei einer durchschnittl. Temperatur von 7°C (Kellerluft) | | | | | |
| In einem bei Tag geheizten Raume | „ | „ | „ | „ | „ 15°C (normale Zimmerluft) |
| In einem bei Tag u. Nacht geheizt. Zimmer | „ | „ | „ | „ | 20—25°C (trock. Luft) |
| Über dem Ofen eines bei Tag geheizt. Zimmers | „ | „ | „ | „ | 35°C bei Tag<br>15°C bei Nacht (sehr trockene Luft) |

Zu meinen Versuchen standen mir leider keine Räume zur Verfügung, welche längere Zeit auf einer konstanten Temperatur und dem gleichen Feuchtigkeitsgehalt der Luft gehalten werden konnten, immerhin lässt sich aus dem erhaltenen Resultat entnehmen, dass sich diese Umwandlung des Gipses in Dihydrat und Anhydrit in warmen trockenen Räumen schneller vollzieht, wie in kalter, nicht zu trockener Luft.

## Über die Lagerung des Stuckgipses in verschiedenen Räumen.

Tabelle 19. (Alter der Probekörper: 50 Tage).

| Bezeichnung des Ortes | Gewicht der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Im Keller (7° C) | 75,6 | | 21,77 | | | |
| | 77,0 | | 20,07 | | | |
| | 75,8 | | 18,28 | 381,1 | | 90,2 |
| | 76,5 | | 19,44 | 373,2 | | 102,6 |
| | 76,6 | 1,094 | 20,92 | 374,4 | 1,065 | 102,0 |
| | 76,8 | | 15,50 | 374,0 | | 94,4 |
| | 77,0 | | 18,71 | 383,7 | | 80,0 |
| | 77,0 | | 20,80 | 381,0 | | 92,0 |
| | 76,2 | | 18,28 | 379,8 | | 83,0 |
| | 77,6 | | 15,00 | 377,4 | | 99,8 |
| | 76,6 | | 18,88 | 378,1 | | 93,0 |
| In bei Tag geh. Zimmer (15°C) | 77,6 | | 15,00 | 373,1 | | 89,0 |
| | 76,4 | | 20,10 | 378,3 | | 85,6 |
| | 75,4 | | 18,50 | 378,0 | | 95,4 |
| | 75,6 | | 15,00 | 376,4 | | 90,6 |
| | 75,4 | 1,083 | 18,91 | 387,6 | 1,067 | 97,2 |
| | 75,3 | | 19,10 | 380,4 | | 87,6 |
| | 75,4 | | 14,00 | 380,4 | | 111,6 |
| | 75,5 | | 20,20 | 375,2 | | 95,8 |
| | 76,0 | | 14,00 | 378,7 | | 94,1 |
| | 75,6 | | 16,76 | | | |
| | 75,8 | | 17,16 | | | |
| Ueber dem Ofen (35°C) (15° C) | 77,3 | | 17,10 | 372,8 | | 68,0 |
| | 76,4 | | 16,52 | 380,4 | | 75,6 |
| | 77,6 | | 15,40 | 381,7 | | 65,0 |
| | 76,4 | | 17,71 | 376,0 | | 74,4 |
| | 77,6 | 1,096 | 14,00 | 379,4 | 1,072 | 78,0 |
| | 76,2 | | 16,04 | 365,4 | | 85,4 |
| | 76,1 | | 17,00 | 381,6 | | 84,0 |
| | 75,6 | | 15,09 | 385,6 | | 82,4 |
| | 77,0 | | 18,99 | 382,8 | | 86,4 |
| | 76,8 | | 19,28 | 380,0 | | 87,8 |
| | 76,7 | | 16,71 | 388,1 | | 86,4 |
| | | | | 388,4 | | 83,6 |
| | | | | 377,8 | | 82,0 |
| | | | | 386,0 | | 82,4 |
| | | | | 381,0 | | 79,6 |
| | | | | 381,6 | | 77,4 |
| | | | | 380,6 | | 79,8 |
| In bei Tag und Nacht geh. Zimmer (25° C) | 76,2 | | 18,10 | 386,6 | | 62,0 |
| | 76,4 | | 16,32 | 387,4 | | 69,6 |
| | 76,6 | | 16,12 | 383,8 | | 95,6 |
| | 77,0 | | 21,58 | 386,2 | | 68,0 |
| | 75,8 | | 20,50 | 374,2 | | 55,0 |
| | 74,8 | 1,084 | 15,21 | 383,6 | 1,075 | 86,0 |
| | 75,8 | | 14,00 | 374,0 | | 77,0 |
| | 76,2 | | 16,56 | 387,3 | | 81,0 |
| | 76,2 | | 18,20 | 375,0 | | 81,6 |
| | 75,3 | | 19,32 | 379,0 | | 94,0 |
| | 75,6 | | 17,90 | 381,7 | | 77,0 |
| | 75,4 | | 15,55 | | | |
| | 75,7 | | 18,30 | | | |
| | 75,6 | | 16,21 | | | |
| | 75,8 | | 17,20 | | | |
| | 75,9 | | 17,40 | | | |

## 4. Über Stuck-Estrichmischungen.

Der Hauptunterschied bei der Hydratation des Stuck- und Estrichgipses liegt in der verschiedenen Geschwindigkeit der Wasseraufnahme. Diese hat zur Folge, dass auch die Eigenschaften des Stuck- und Estrichgipses, besonders was das Verhalten gegen Feuchtigkeitseinflüsse anbelangt, verschiedene sein müssen. Sobald der Stuckgips nach Verlauf einer halben Stunde abgebunden hat, ist er gegen Feuchtigkeitseinflüsse äusserst empfindlich, vermag aber, wie ich durch Versuche nachgewiesen habe, infolge seiner grossen Porosität das überschüssige Wasser sehr schnell abzugeben. Der Estrichgips dagegen braucht zur vollständigen Hydratation monatelang und muss während dieser Zeit genügende Mengen Wasser vorfinden, damit die Wasseraufnahme, Kristallisation und Verwachsung der Kristalle eine vollkommene wird. In Anbetracht dieser verschiedenen Eigenschaften des Stuck- und Estrichgipses sollte man annehmen, dass sie in Mischung nur einen minderwertigen Mörtel geben. Meine Versuche haben jedoch gezeigt, dass die Festigkeit des Stuckgipses durch Beimengung von Estrichgips bis zu einem gewissen Prozentsatz erhöht und erst bei grösserem Zusatz von Estrichgips vermindert wird. Dieses Ergebnis meiner Untersuchungen ist schon aus dem Grunde auffallend, weil die absolute Festigkeit des verwendeten Estrichgipses eine bedeutend geringere wie die des Stuckgipses war. Es wäre demnach zu erwarten gewesen, dass schon bei einem kleinen Zusatz von Estrichgips die Festigkeit des Stuck-Estrichmörtels entsprechend geringer gewesen wäre, wie die eines reinen Stuckmörtels. Um sich die Festigkeitszunahme einerseits und die Festigkeitsabnahme andererseits erklären zu können, kann man annehmen, dass die die Hydratation des Stuckgipses begleitende physikalische

Erscheinung der Kontraktion einen auf die Erhärtung des Estrichgipses günstigen Einfluss ausübt, solange der Stuckgips den Hauptbestandteil bildet. Enthält die Stuck-Estrichmischung viel Estrichgips im Verhältnis zum Stuckgips, so wird die Kontraktion des sich hydratisierenden Stuckgipses weniger zur Geltung kommen und der Estrichgips, welcher infolge der vorausgegangenen Wasseraufnahme des Stuckgipses die für seine vollständige Hydratation genügende Menge Wasser nicht mehr vorfindet, nur sehr unvollkommen erhärten. Was nun den günstigen Einfluss der bei der Hydratation des Stuckgipses auftretenden Kontraktion auf die Erhärtung des Estrichgipses anbelangt, glaube ich, dass hiedurch für den Estrichgips die gleiche Wirkung hervorgerufen wird, wie durch das Schlagen, indem durch eine dichtere Anordnung der Moleküle die Festigkeit des Estrichgipses wesentlich erhöht wird.

Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass einerseits Probekörper hergestellt wurden aus Mischungen, in denen ohne Änderung des Wasserbedarfs bestimmte Mengen Stuckgips durch Estrichgips ersetzt wurden. Andererseits wurde entsprechend dem verschiedenen Wasserbedarf für Stuck- und Estrichgips für ersteren ein solcher von 100 gr Wasser auf 160 gr Stuckgips, für letzteren ein solcher von 100 gr Wasser auf 200 gr Estrichgips angenommen. Zur Prüfung auf die Wetterbeständigkeit wurde ein Teil der Probekörper im Freien aufbewahrt. Ein Nachteil der Stuck-Estrichmischungen zeigt sich bei der Prüfung auf die Abbindezeit, da dieselbe schon durch einen geringen Zusatz von Estrichgips zu Stuckgips wesentlich verkürzt wird, doch dürfte das schnelle Abbinden in erster Linie dem Gehalt des Estrichgipses an Kalziumsulfid zugeschrieben werden. Das Ergebnis der Versuche ist kurz zusammengefasst folgendes: Die

Festigkeit des Stuckgipses wird durch einen Zusatz von Estrichgips erhöht, jedoch soll der Zusatz 20 Prozent nicht übersteigen. Von einer grösseren Wetterbeständigkeit der Stuck-Estrichmischung kann nur dann die Rede sein, wenn dem Wasserbedarf des Estrichgipses entsprechend beim Anmachen des Mörtels nicht zu viel Wasser verwendet wird.

Tabelle 20. **Über Stuck-Estrichmischungen.**

(Alter der Probekörper: 80 Tage). Im Zimmer gelagert.
Wasserbedarf für Stuckgips: 100:150, Wasserbedarf für Estrichgips: 110:150.

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,5 | | 15,52 | 333,3 | | 78,4 |
| | 69,2 | | 17,75 | 342,4 | | 71,6 |
| | 67,4 | | 16,69 | 327,6 | | 63,0 |
| | 69,5 | | 13,00 | 345,2 | | 72,8 |
| | 69,5 | | 15,20 | 351,0 | | 61,0 |
| 700:0 | 69,2 | 0,983 | 10,95 | 348,3 | 0,963 | 86,8 |
| | 68,9 | | 11,47 | 338,2 | | 67,0 |
| | 69,6 | | 16,51 | 342,5 | | 78,6 |
| | 67,6 | | 12,61 | 345,0 | | 68,6 |
| | 68,0 | | 15,42 | 347,4 | | 77,0 |
| | 68,8 | | 14,51 | 342,1 | | 72,5 |
| | 68,0 | | 15,60 | 359,2 | | 82,0 |
| | 68,0 | | 15,32 | 337,2 | | 75,6 |
| | 68,6 | | 17,34 | 341,0 | | 73,4 |
| | 68,7 | | 16,80 | 350,9 | | 77,8 |
| | 68,8 | | 15,70 | 340,4 | | 76,8 |
| 675:25 | 68,4 | 0,976 | 16,09 | 334,6 | 0,966 | 75,0 |
| | 68,2 | | 15,95 | 346,4 | | 69,6 |
| | 68,4 | | 13,03 | 342,6 | | 60,6 |
| | 67,8 | | 16,81 | 345,0 | | 69,8 |
| | 68,2 | | 12,00 | 333,2 | | 73,6 |
| | 68,3 | | 15,46 | 343,1 | | 73,4 |
| | 69,6 | | 17,50 | 348,7 | | 79,2 |
| | 68,8 | | 15,06 | 349,2 | | 74,4 |
| | 68,6 | | 17,67 | 335,4 | | 87,2 |
| | 68,5 | | 15,39 | 340,7 | | 83,2 |
| 650:50 | 70,1 | 0,991 | 12,31 | 354,4 | 0,974 | 88,8 |
| | 69,8 | | 17,52 | 356,0 | | 82,2 |
| | 69,6 | | 17,70 | 348,4 | | 79,4 |
| | 70,1 | | 14,76 | 330,5 | | 71,0 |
| | 69,6 | | 17,71 | 345,9 | | 66,6 |
| | 69,4 | | 16,18 | 345,5 | | 77,6 |
| | | | | | | 79,0 |

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 68,6 | | 17,50 | 343,6 | | 79,8 |
| | 68,7 | | 14,29 | 344,6 | | 75,0 |
| | 68,8 | | 14,78 | 340,6 | | 79,4 |
| | 69,2 | | 12,70 | 342,6 | | 87,4 |
| | 69,0 | | 15,24 | 343,7 | | 80,8 |
| 625:75 | 67,9 | 0,981 | 15,49 | 336,4 | 0,967 | 79,6 |
| | 67,3 | | 16,24 | 342,4 | | 79,4 |
| | 69,4 | | 14,48 | 351,6 | | 76,6 |
| | 69,4 | | 16,40 | 347,4 | | 66,8 |
| | 68,7 | | 15,24 | 338,8 | | 77,6 |
| | | | | 343,2 | | 78,2 |
| | 68,1 | | 16,37 | 340,4 | | 77,6 |
| | 68,4 | | 17,65 | 334,8 | | 72,0 |
| | 68,5 | | 19,60 | 352,5 | | 74,2 |
| | 69,1 | | 18,21 | 343,2 | | 92,0 |
| | 69,0 | | 15,82 | 343,5 | | 80,0 |
| 600:100 | 67,8 | 0,979 | 14,28 | 344,4 | 0,971 | 71,4 |
| | 68,4 | | 15,53 | 341,6 | | 80,8 |
| | 68,4 | | 13,55 | 334,8 | | 83,6 |
| | 69,0 | | 16,04 | 364,6 | | 75,0 |
| | 68,2 | | 16,05 | 348,2 | | 74,0 |
| | 68,5 | | 16,31 | 344,8 | | 78,1 |
| | 70,0 | | 17,40 | 347,6 | | 77,4 |
| | 69,2 | | 15,70 | 348,8 | | 85,8 |
| | 69,3 | | 17,48 | 347,8 | | 80,0 |
| | 68,8 | | 16,52 | 357,0 | | 76,4 |
| 575:125 | 69,2 | 0,987 | 14,48 | 348,4 | 0,978 | 72,6 |
| | 68,6 | | 15,56 | 347,0 | | 77,6 |
| | 68,6 | | 16,95 | 337,4 | | 80,0 |
| | 69,4 | | 18,17 | 336,4 | | 88,8 |
| | 69,1 | | 14,23 | 355,1 | | 89,0 |
| | 69,1 | | 16,27 | 347,6 | | 84,6 |
| | | | | 347,3 | | 81,2 |

Tabelle 20a.

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm | Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 68,7 | | 15,88 | 342,6 | | 71,8 | | 69,2 | | 15,29 | 335,6 | | 64,8 |
| | 69,4 | | 13,58 | 344,3 | | 83,4 | | 67,3 | | 14,43 | 238,2 | | 68,8 |
| | 68,3 | | 14,50 | 342,6 | | 62,0 | | 69,2 | | 13,70 | 337,8 | | 54,6 |
| | 69,7 | | 15,99 | 344,5 | | 87,6 | | 69,4 | | 12,75 | 341,8 | | 61,2 |
| 550:150 | 70,1 | 0,987 | 16,55 | 339,2 | 0,970 | 64,0 | 450:250 | 69,4 | 0,989 | 14,28 | 343,6 | 0,958 | 57,4 |
| | 69,7 | | 14,53 | 349,4 | | 83,6 | | 69,5 | | 11,60 | 347,7 | | 68,2 |
| | 67,5 | | 17,10 | 345,1 | | 71,0 | | 69,6 | | 14,66 | 340,3 | | 71,0 |
| | 68,8 | | 15,29 | 348,8 | | 83,6 | | 69,8 | | 12,10 | 343,3 | | 69,2 |
| | 69,4 | | 15,71 | 338,2 | | 76,6 | | 69,3 | | 15,18 | 333,9 | | 57,2 |
| | 69,1 | | 15,46 | 350,0 | | 87,0 | | 69,2 | | 13,24 | 340,8 | | 60,0 |
| | | | | 344,5 | | 77,1 | | | | 13,72 | 340,3 | | 63,2 |
| | 69,2 | | 15,61 | 341,6 | | 80,6 | | 69,5 | | 12,50 | 341,4 | | 64,2 |
| | 69,6 | | 12,72 | 339,8 | | 79,0 | | 68,8 | | 13,53 | 344,8 | | 67,4 |
| | 69,5 | | 15,90 | 346,8 | | 92,0 | | 68,8 | | 11,45 | 350,0 | | 63,0 |
| | 69,0 | | 17,95 | 343,8 | | 70,4 | | 69,0 | | 11,85 | 346,6 | | 65,0 |
| | 69,0 | | 17,67 | 345,0 | | 82,0 | | 68,8 | | 15,59 | 344,8 | | 69,8 |
| 525:175 | 68,8 | 0,986 | 12,20 | 338,2 | 0,973 | 87,6 | 425:275 | 69,5 | 0,987 | 15,53 | 349,2 | 0,975 | 68,0 |
| | 68,7 | | 15,71 | 337,0 | | 82,6 | | 70,2 | | 11,84 | 342,7 | | 56,4 |
| | 69,1 | | 15,90 | 362,9 | | 71,6 | | 69,2 | | 12,20 | 342,0 | | 59,6 |
| | 68,8 | | 18,29 | 349,3 | | 84,6 | | 68,6 | | 14,78 | 358,7 | | 66,0 |
| | 68,6 | | 13,05 | 349,6 | | 91,0 | | 68,6 | | 11,00 | 342,2 | | 64,2 |
| | 69,0 | | 15,50 | 345,4 | | 82,1 | | 69,1 | | 13,03 | 346,2 | | 64,4 |
| | 68,2 | | 13,76 | 349,6 | | 73,0 | | 70,3 | | 13,22 | 353,6 | | 69,8 |
| | 68,2 | | 13,45 | 343,0 | | 70,2 | | 69,6 | | 13,07 | 362,6 | | 61,6 |
| | 68,3 | | 15,08 | 349,4 | | 79,8 | | 70,2 | | 12,30 | 349,6 | | 71,6 |
| | 67,8 | | 14,32 | 341,8 | | 75,2 | | 69,4 | | 11,80 | 347,0 | | 50,0 |
| 500:200 | 69,5 | 0,976 | 16,15 | 352,0 | 0,979 | 76,6 | 400:300 | 69,9 | 0,993 | 10,09 | 340,3 | 0,981 | 55,6 |
| | 68,4 | | 15,40 | 352,2 | | 74,0 | | 69,8 | | 11,98 | 338,4 | | 59,2 |
| | 67,5 | | 14,80 | 356,0 | | 73,6 | | 69,0 | | 12,15 | 349,5 | | 71,0 |
| | 68,9 | | 15,89 | 334,9 | | 72,4 | | 69,0 | | 11,70 | 353,6 | | 61,6 |
| | 68,0 | | 13,22 | 349,2 | | 73,0 | | 68,3 | | 13,78 | 343,5 | | 55,4 |
| | 68,1 | | 14,25 | 345,2 | | 85,0 | | 69,5 | | 12,23 | 346,0 | | 66,6 |
| | 68,3 | | 14,63 | 347,3 | | 75,3 | | | | | 348,4 | | 62,2 |
| | 67,5 | | 12,75 | 340,2 | | 61,0 | | 70,3 | | 8,9 | 343,0 | | 43,6 |
| | 67,1 | | 14,27 | 339,8 | | 63,6 | | 69,4 | | 10,34 | 345,4 | | 47,6 |
| | 67,6 | | 13,72 | 339,8 | | 74,4 | | 69,6 | | 12,15 | 347,4 | | 56,8 |
| | 70,8 | | 14,65 | 362,3 | | 73,0 | | 70,2 | | 12,77 | 353,2 | | 51,0 |
| | 67,6 | | 15,26 | 346,8 | | 66,0 | | 69,3 | | 11,70 | 347,4 | | 57,0 |
| 475:225 | 69,0 | 0,976 | 14,34 | 341,8 | 0,969 | 76,0 | 375:325 | 69,6 | 0,999 | 11,07 | 336,8 | 0,979 | 51,6 |
| | 67,6 | | 13,40 | 338,0 | | 68,0 | | 70,5 | | 11,55 | 368,0 | | 57,0 |
| | 68,6 | | 12,15 | 340,0 | | 64,0 | | 70,5 | | 13,60 | 346,4 | | 57,0 |
| | 68,3 | | 13,87 | 348,0 | | 66,2 | | 69,2 | | 11,60 | 346,8 | | 54,6 |
| | 69,0 | | 14,41 | 344,1 | | 68,0 | | 70,2 | | 11,09 | 342,0 | | 56,6 |
| | 68,3 | | 13,88 | | | | | 69,9 | | 11,48 | 347,6 | | 53,3 |

Tabelle 20b.

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm | Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 68,8 | | 11,66 | 339,8 | | 54,8 | | | | | 341,4 | | 19,0 |
| | 70,0 | | 13,25 | 342,6 | | 52,4 | | | | | 346,7 | | 22,0 |
| | 69,6 | | 12,48 | 342,5 | | 57,4 | | | | | 342,3 | | 23,4 |
| 350:350 | 69,1 | 0,991 | 11,59 | 340,3 | 0,967 | 58,8 | 150:550 | — | — | sehr | 342,6 | 0,956 | 26,0 |
| | 69,6 | | 12,60 | 340,0 | | 53,2 | | | | ge- | 333,0 | | 16,4 |
| | 69,4 | | 9,66 | 347,6 | | 53,8 | | | | ring | 337,6 | | 21,8 |
| | 70,2 | | 12,57 | 350,4 | | 54,8 | | | | | 334,2 | | 22,8 |
| | 68,2 | | 13,45 | 344,3 | | 52,0 | | | | | 335,8 | | 16,0 |
| | 69,4 | | 6,30 | 344,6 | | 51,8 | | | | | 336,8 | | 23,6 |
| | | | 11,49 | 338,7 | | 51,0 | | | | | 343,8 | | 24,0 |
| | | | | 343,1 | | 54,0 | | | | | 339,4 | | 21,5 |
| | 68,8 | | 10,18 | 335,4 | | 46,2 | | | | | 338,6 | | 15,0 |
| | 68,5 | | 8,95 | 344,0 | | 45,0 | | | | | 333,2 | | 11,0 |
| | 68,3 | | 9,97 | 363,5 | | 48,8 | | | | | 349,8 | | 15,0 |
| | 69,4 | | 9,51 | 350,2 | | 59,6 | 100:600 | — | — | „ | 362,6 | 0,967 | 12,4 |
| | 68,2 | 0,981 | 10,12 | 345,4 | 0,973 | 59,8 | | | | | 336,6 | | 12,0 |
| | 68,0 | | 9,90 | 342,2 | | 52,4 | | | | | 348,0 | | 13,4 |
| | 68,8 | | 9,68 | 337,8 | | 44,6 | | | | | 345,2 | | 11,0 |
| | 69,7 | | 9,30 | 346,6 | | 45,0 | | | | | 334,3 | | 11,0 |
| | 70,2 | | 10,30 | 345,2 | | 46,6 | | | | | 343,5 | | 12,6 |
| | 67,4 | | 9,35 | 343,8 | | 57,0 | | | | | | | |
| | 68,7 | | 9,73 | 345,4 | | 50,5 | | | | | | | |
| | 68,8 | | 7,90 | 340,2 | | 41,0 | | | | | | | |
| | 70,6 | | 6,98 | 342,6 | | 37,8 | | | | | 335,7 | | 7,2 |
| | 70,4 | | 8,05 | 343,6 | | 38,4 | | | | | 333,4 | | 11,6 |
| | 69,3 | | 8,86 | 344,8 | | 33,0 | 50:650 | — | — | „ | 344,5 | 0,948 | 10,8 |
| 250:450 | 68,2 | 0,994 | 8,02 | 344,6 | 0,967 | 32,0 | | | | | 332,5 | | 7,6 |
| | 69,3 | | 7,98 | 345,7 | | 37,6 | | | | | 336,5 | | 9,3 |
| | 69 5 | | 8,78 | 345,8 | | 35,4 | | | | | | | |
| | 69,5 | | 9,13 | 345,7 | | 42,6 | | | | | | | |
| | 70,4 | | 8,70 | 340,4 | | 38,0 | | | | | | | |
| | 69,6 | | 8,27 | 341,4 | | 39,0 | | | | | | | |
| | | | | 343,5 | | 37,5 | | | | | 345,6 | | 15,4 |
| | | | | | | | | | | | 366,6 | | 22,2 |
| | 67,6 | | 4,34 | 344,6 | | 27,6 | 0:700 | — | — | „ | 348,3 | 0,997 | 22,2 |
| | 68,3 | | 4,20 | 342,8 | | 26,8 | | | | | 355,7 | | 14,0 |
| | 68,5 | | 3,88 | 358,8 | | 28,0 | | | | | 354,0 | | 18,5 |
| | 70,2 | | 3,50 | 343,0 | | 32,6 | | | | | | | |
| 200:500 | 69,2 | 0,981 | 3,70 | 343,0 | 0,971 | 35,6 | | | | | | | |
| | 69,8 | | 3,68 | 338,8 | | 26,6 | | | | | | | |
| | 68,0 | | 3,85 | 348,4 | | 32,0 | | | | | | | |
| | 69,0 | | 6,15 | 345,8 | | 26,4 | | | | | | | |
| | 67,4 | | 5,28 | 340,7 | | 29,4 | | | | | | | |
| | 68,7 | | 4,29 | 341,4 | | 32,4 | | | | | | | |
| | | | | 344,7 | | 29,7 | | | | | | | |

Tabelle 21. Im Freien gelagert.

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest pro qcm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,0 | | 14,00 | 337,0 | | 59,0 |
| | 69,0 | | 16,72 | 345,0 | | 59,0 |
| | 70,0 | | 14,74 | 341,4 | | 63,4 |
| | 69,6 | | 14,05 | 341,7 | | 65,6 |
| | 69,5 | | 14,90 | 335,4 | | 66,4 |
| | 69,2 | | 15,47 | 340,7 | | 64,6 |
| | 69,4 | | 12,70 | 342,5 | | 75,6 |
| | 69,8 | | 14,48 | 346,0 | | 73,2 |
| 700:0 | 69,4 | 0,993 | 14,80 | 345,0 | 0,963 | 65,6 |
| | 69,9 | | 12,20 | 337,4 | | 54,2 |
| | 69,7 | | 15,56 | 337,0 | | 63,0 |
| | 69,2 | | 11,60 | 353,6 | | 68,2 |
| | 69,5 | | 12,92 | 344,8 | | 55,6 |
| | 69,5 | | 18,00 | 333,8 | | 69,0 |
| | 70,4 | | 14,23 | 341,0 | | 67,6 |
| | 69,6 | | 13,97 | 345,5 | | 69,0 |
| | 69,0 | | 13,05 | 341,7 | | 64,3 |
| | 69,6 | | 13,67 | | | |
| | 69,5 | | 14,28 | | | |
| | | | | | | |
| | 70,1 | | 20,20 | | | |
| | 68,8 | | 19,00 | 354,2 | | 71,6 |
| | 69,4 | | 16,98 | 349,7 | | 67,6 |
| | 70,3 | | 15,86 | 354,4 | | 62,0 |
| 650:50 | 69,6 | 1,000 | 18,24 | 352,6 | 0,993 | 58,4 |
| | 70,0 | | 14,75 | 352,4 | | 74,6 |
| | 70,7 | | 17,22 | 352,0 | | 70,0 |
| | 70,8 | | 16,33 | 346,5 | | 71,0 |
| | 70,5 | | 14,35 | 357,2 | | 68,8 |
| | 70,0 | | 16,99 | 352,4 | | 68,0 |
| | | | | | | |
| | 70,0 | | 17,98 | | | |
| | 70,7 | | 17,62 | | | |
| | 70,5 | | 17,99 | 395,5 | | 75,0 |
| | 69,0 | | 13,20 | 347,6 | | 75,6 |
| 600:100 | 69,6 | 0,999 | 17,05 | 352,8 | 1,003 | 72,2 |
| | 69,4 | | 16,60 | 346,7 | | 71,8 |
| | 70,2 | | 16,60 | 354,4 | | 69,6 |
| | 69,3 | | 17,75 | 352,4 | | 68,0 |
| | 69,6 | | 15,77 | 350,3 | | 67,2 |
| | 70,8 | | 15,79 | 351,0 | | 60,0 |
| | 69,9 | | 16,62 | 356,3 | | 69,9 |

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,7 | | 15,21 | | | |
| | 68,9 | | 13,47 | | | |
| | 70,6 | | 15,68 | 347,5 | | 60,8 |
| | 69,2 | | 15,10 | 338,0 | | 71,6 |
| | 70,1 | | 13,28 | 352,3 | | 64,4 |
| | 69,6 | | 17,62 | 347,1 | | 60,0 |
| 550:150 | 70,0 | 0,997 | 13,75 | 350,7 | 0,983 | 76,0 |
| | 70,0 | | 15,49 | 357,1 | | 65,4 |
| | 69,8 | | 12,84 | 351,0 | | 69,6 |
| | 69,7 | | 14,67 | 346,8 | | 78,4 |
| | 69,8 | | 14,71 | 348,8 | | 68,3 |
| | | | | | | |
| | 69,2 | | 15,51 | | | |
| | 69,2 | | 14,09 | | | |
| | 70,4 | | 13,84 | 345,6 | | 62,0 |
| | 68,6 | | 13,60 | 340,2 | | 63,2 |
| | 69,3 | | 14,30 | 344,3 | | 67,4 |
| 500:200 | 70,2 | 0,994 | 15,20 | 340,7 | 0,969 | 64,6 |
| | 69,8 | | 13,58 | 343,5 | | 52,8 |
| | 69,2 | | 11,10 | 347,6 | | 64,0 |
| | 69,4 | | 12,10 | 342,9 | | 66,6 |
| | 70,2 | | 11,10 | 346,6 | | 60,0 |
| | 69,6 | | 13,44 | 343,9 | | 62,6 |
| | | | | | | |
| | 68,8 | | 13,40 | | | |
| | 69,0 | | 13,21 | | | |
| | 69,4 | | 11,73 | 346,4 | | 69,0 |
| | 68,4 | | 13,19 | 342,2 | | 72,6 |
| 450:250 | 69,6 | 0,990 | 15,27 | 340,4 | 0,969 | 48,8 |
| | 68,7 | | 10,46 | 343,6 | | 51,8 |
| | 71,2 | | 9,80 | 349,2 | | 53,0 |
| | 68,4 | | 13,94 | 336,8 | | 58,6 |
| | 69,0 | | 12,03 | 353,0 | | 60,6 |
| | 70,4 | | 12,60 | 343,0 | | 58,9 |
| | 69,3 | | 12,56 | 344,3 | | |
| | | | | | | |
| | 68,0 | | 13,34 | | | |
| | 68,0 | | 11,35 | | | |
| | 68,6 | | 13,19 | 348,4 | | 53,8 |
| | 69,1 | | 14,90 | 346,8 | | 59,8 |
| 400:300 | 68,2 | 0,980 | 12,90 | 351,0 | 0,975 | 53,6 |
| | 69,8 | | 13,67 | 338,2 | | 50,8 |
| | 68,3 | | 12,63 | 348,5 | | 50,8 |
| | 68,8 | | 12,80 | 348,0 | | 47,0 |
| | 68,2 | | 10,22 | 341,2 | | 54,2 |
| | 69,4 | | 10,47 | 348,2 | | 49,8 |
| | 68,6 | | 12,55 | 346,3 | | 52,5 |

Tabelle 21a.

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 69,0 | | 12,68 | | | |
| | 68,0 | | 12,10 | | | |
| | 68,6 | | 11,10 | 348,0 | | 48,6 |
| | 68,6 | | 6,30 | 346,0 | | 52,0 |
| | 68,4 | | 9,91 | 338,4 | | 50,8 |
| 350:350 | 69,4 | 0,983 | 10,76 | 346,0 | 0,976 | 50,8 |
| | 68,6 | | 12,32 | 346,2 | | 54,0 |
| | 69,6 | | 10,00 | 345,5 | | 45,8 |
| | 69,2 | | 12,48 | 353,5 | | 53,2 |
| | 68,6 | | 11,20 | 347,5 | | 48,0 |
| | 68,8 | | 10,89 | 346,4 | | 50,4 |
| | 69,0 | | 8,40 | | | |
| | 69,3 | | 7,19 | | | |
| | 69,2 | | 11,00 | 347,6 | | 46,2 |
| | 68,8 | | 9,18 | 342,2 | | 45,4 |
| | 69,5 | | 9,50 | 347,2 | | 41,0 |
| 300:400 | 68,6 | 0,984 | 8,48 | 353,6 | 0,977 | 41,8 |
| | 68,5 | | 9,90 | 346,2 | | 42,8 |
| | 68,6 | | 10,19 | 345,0 | | 63,8 |
| | 68,6 | | 10,08 | 346,9 | | 46,8 |
| | 69,0 | | 9,57 | | | |
| | 68,9 | | 9,35 | | | |
| | 68,5 | | 7,98 | | | |
| | 68,4 | | 8,47 | | | |
| | 68,8 | | 7,80 | | | |
| | 69,0 | | 8,58 | 347,0 | | 37,0 |
| 250:450 | 67,8 | 0,981 | 7,32 | 350,4 | | 37,0 |
| | 69,0 | | 8,71 | 342,3 | 0,977 | 22,0 |
| | 70,7 | | 7,74 | 342,0 | | 27,6 |
| | 68,1 | | 9,61 | 349,3 | | 27,6 |
| | 69,2 | | 8,10 | 349,5 | | 25,6 |
| | 67,8 | | 8,99 | 346,8 | | 29,5 |
| | 68,7 | | 8,33 | | | |

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 68,6 | | 8,48 | | | |
| | 68,6 | | 8,55 | | | |
| | 69,3 | | 8,80 | | | |
| | 69,2 | | 8,80 | 351,5 | | 26,2 |
| 200:500 | 69,5 | 0,981 | 8,20 | 375,6 | | 24,3 |
| | 70,4 | | 8,52 | 352,8 | 0,998 | 28,5 |
| | 68,0 | | 7,54 | 344,6 | | 25,6 |
| | 69,6 | | 6,30 | 350,0 | | 25,2 |
| | 69,2 | | 8,05 | 351,8 | | 24,9 |
| | 68,2 | | 8,15 | 354,4 | | 25,8 |
| | 69,1 | | 8,14 | | | |
| | 68,5 | | 5,58 | | | |
| | 69,4 | | 5,30 | | | |
| | 68,9 | | 5,98 | | | |
| | 69,0 | | 6,20 | 344,6 | | 24,0 |
| 150:550 | 67,3 | 0,977 | 4,60 | 345,4 | | 24,0 |
| | 69,0 | | 3,00 | 344,6 | 0,975 | 24,0 |
| | 68,6 | | 5,47 | 336,0 | | 22,4 |
| | 67,5 | | 6,40 | 352,8 | | 22,2 |
| | 67,8 | | 5,20 | 354,0 | | 23,0 |
| | 68,4 | | 5,30 | 346,2 | | 23,3 |
| | | | | 342,6 | | 8,0 |
| | | | | 347,9 | | 8,4 |
| | | | sehr | 345,8 | | 10,0 |
| 50:650 | — | — | ge- | 349,7 | 0,976 | 8,6 |
| | | | ring | 344,4 | | 5,6 |
| | | | | 348,4 | | 8,0 |
| | | | | 346,5 | | 8,1 |
| | | | | 350,5 | | 17,4 |
| | | | | 352,5 | | 22,3 |
| | | | | 348,6 | | 18,5 |
| 0:700 | — | — | „ | 358,4 | 0,996 | 20,6 |
| | | | | 360,2 | | 21,6 |
| | | | | 350,8 | | 19,2 |
| | | | | 353,5 | | 19,9 |

## Im Zimmer gelagert.

Tabelle 22. (Alter der Probekörper: 80 Tage.)

Wasserbedarf für Stuckgips: 100:160, Wasserbedarf für Estrichgips 100:200.

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 79,3 | | 18,15 | 393,8 | | 99,8 |
| | 81,0 | | 19,50 | 399,2 | | 116,4 |
| | 80,2 | | 18,52 | 406,6 | | 111,8 |
| | 80,4 | | 18,53 | 404,4 | | 103,6 |
| 800:0 | 81,2 | 1,147 | 18,10 | 402,8 | 1,124 | 97,8 |
| | 80,4 | | 20,98 | 391,0 | | 117,0 |
| | 80,8 | | 18,34 | 402,0 | | 106,6 |
| | 79,6 | | 18,00 | 401,0 | | 92,0 |
| | 80,2 | | 19,00 | 389,0 | | 103,6 |
| | 80,3 | | 18,79 | 398,9 | | 105,4 |
| | | | | | | |
| | 79,3 | | 24,80 | | | |
| | 80,2 | | 24,32 | | | |
| | 80,2 | | 20,80 | | | |
| | 79,6 | | 20,30 | | | |
| | 72,6 | | 22,10 | 407,2 | | 99,8 |
| | 79,8 | | 24,30 | 403,2 | | 122,0 |
| 760:50 | 82,0 | 1,134 | 22,98 | 403,3 | 1,132 | 122,4 |
| | 80,6 | | 23,14 | 397,6 | | 110,4 |
| | 80,2 | | 21,50 | 403,4 | | 108,6 |
| | 79,4 | | 22,74 | 400,1 | | 111,0 |
| | 79,6 | | 20,00 | 400,2 | | 109,6 |
| | 79,3 | | 23,50 | 404,7 | | 106,0 |
| | 79,4 | | 22,54 | 398,0 | | 130,4 |
| | | | | 402,0 | | 113,4 |
| | 80,3 | | 21,30 | 406,8 | | 142,4 |
| | 80,4 | | 23,06 | 399,0 | | 98,0 |
| | 81,1 | | 20,32 | 406,8 | | 119,0 |
| | 81,6 | | 18,00 | 406,2 | | 115,4 |
| 720:100 | 80,7 | 1,154 | 26,70 | 406,3 | 1,144 | 112,4 |
| | 80,8 | | 22,74 | 405,0 | | 116,2 |
| | 80,6 | | 23,19 | 408,6 | | 100,0 |
| | 80,8 | | 20,10 | 405,6 | | 120,0 |
| | 80,8 | | 21,93 | 411,6 | | 124,4 |
| | | | | 406,2 | | 116,4 |

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 81,6 | | 23,05 | 405,6 | | 114,2 |
| | 82,4 | | 17,50 | 410,4 | | 125,4 |
| | 82,7 | | 19,70 | 412,6 | | 119,0 |
| | 81,8 | | 20,83 | 417,7 | | 107,2 |
| 680:150 | 82,0 | 1,167 | 18,92 | 414,3 | 1,163 | 111,6 |
| | 81,2 | | 18,82 | 420,0 | | 103,6 |
| | 79,6 | | 18,41 | 409,8 | | 99,4 |
| | 81,7 | | 23,00 | 411,0 | | 123,8 |
| | 82,2 | | 23,92 | 414,8 | | 101,6 |
| | 81,4 | | 22,80 | 412,9 | | 111,7 |
| | 81,7 | | 20,70 | | | |
| | | | | | | |
| | 81,1 | | 23,17 | 426,4 | | 103,2 |
| | 81,2 | | 19,50 | 422,8 | | 102,4 |
| | 81,9 | | 19,52 | 438,6 | | 78,2 |
| | 82,7 | | 18,72 | 417,0 | | 87,0 |
| 640:200 | 83,0 | 1,174 | 23,25 | 404,9 | 1,186 | 87,0 |
| | 82,7 | | 23,51 | 422,6 | | 62,6 |
| | 82,2 | | 21,30 | 415,5 | | 68,2 |
| | 82,8 | | 18,13 | 430,6 | | 77,0 |
| | 80,3 | | 19,84 | 412,3 | | 96,4 |
| | 82,0 | | 20,77 | 421,2 | | 84,7 |
| | | | | | | |
| | 81,9 | | 15,40 | 407,8 | | 117,4 |
| | 84,7 | | 19,08 | 416,3 | | 90,2 |
| | 83,8 | | 18,56 | 431,0 | | 89,4 |
| | 83,8 | | 19,61 | 426,1 | | 67,0 |
| 560:300 | 84,9 | 1,202 | 19,45 | 429,7 | 1,200 | 67,0 |
| | 85,7 | | 19,84 | 448,9 | | 64,0 |
| | 84,4 | | 16,39 | 438,8 | | 64,0 |
| | 86,3 | | 20,28 | 422,0 | | 89,2 |
| | 82,6 | | 21,32 | 415,7 | | 89,0 |
| | 84,2 | | 18,88 | 426,3 | | 81,9 |
| | | | | | | |
| | 83,3 | | 14,88 | 432,3 | | 105,0 |
| | 86,2 | | 19,00 | 425,3 | | 85,8 |
| | 85,9 | | 17,50 | 442,4 | | 75,6 |
| | 89,2 | | 22,80 | 448,1 | | 84,4 |
| | 85,6 | | 18,63 | 431,0 | | 76,4 |
| 480:400 | 89,0 | 1,233 | 14,21 | 437,2 | 1,224 | 64,4 |
| | 88,8 | | 16,60 | 438,2 | | 80,0 |
| | 85,5 | | 17,92 | 427,8 | | 73,6 |
| | 86,5 | | 17,30 | 428,2 | | 80,8 |
| | 84,4 | | 17,64 | 434,5 | | 80,7 |
| | 86,4 | | 17,65 | | | |

Tabelle 22a.

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 85,0 | | 12,25 | 451,0 | | 85,0 |
| | 89,2 | | 15,56 | 451,8 | | 84,6 |
| | 88,6 | | 15,03 | 429,8 | | 80,0 |
| | 88,0 | | 15,10 | 441,9 | | 80,6 |
| 400:500 | 88,8 | 1,247 | 13,98 | 458,6 | 1,252 | 69,0 |
| | 87,6 | | 15,52 | 443,8 | | 70,0 |
| | 86,5 | | 12,00 | 440,0 | | 77,2 |
| | 86,8 | | 15,20 | 438,0 | | 82,8 |
| | 85,1 | | 13,31 | 443,8 | | 85,0 |
| | 87,3 | | 14,22 | 444,3 | | 79,4 |
| | 86,6 | | 10,49 | 436,0 | | 56,6 |
| | 86,2 | | 10,61 | 425,2 | | 56,6 |
| | 91,4 | | 14,60 | 435,3 | | 35,2 |
| | 88,9 | | 11,19 | 439,7 | | 72,0 |
| 320:600 | 89,2 | 1,267 | 10,24 | 436,3 | 1,219 | 40,6 |
| | 88,4 | | 11,03 | 437,1 | | 61,6 |
| | 92,5 | | 15,98 | 424,8 | | 40,0 |
| | 85,4 | | 11,47 | 423,3 | | 44,0 |
| | 89,8 | | 9,32 | 436,2 | | 71,0 |
| | 88,7 | | 11,66 | 432,6 | | 53,1 |
| | 88,6 | | 7,12 | 450,7 | | 51,4 |
| | 86,4 | | 7,16 | 460,5 | | 55,4 |
| | 88,7 | | 7,00 | 442,6 | | 45,0 |
| | 87,3 | | 9,40 | 425,4 | | 40,6 |
| 240:700 | 88,5 | 1,269 | 8,10 | 450,7 | 1,252 | 56,0 |
| | 89,6 | | 11,09 | 453,5 | | 46,6 |
| | 90,7 | | 7,86 | 440,2 | | 41,0 |
| | 92,3 | | 7,12 | 437,5 | | 53,0 |
| | 89,0 | | 6,85 | 438,8 | | 32,0 |
| | 86,6 | | 8,76 | 444,4 | | 46,8 |
| | 88,8 | | 8,05 | | | |

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 87,7 | | 7,2 | 473,0 | | 55,0 |
| | 91,8 | | 8,29 | 460,3 | | 59,0 |
| | 94,4 | | 6,96 | 451,6 | | 54,4 |
| | 96,2 | | 11,68 | 452,6 | | 40,0 |
| | 91,5 | | 8,18 | 449,5 | | 45,6 |
| 160:800 | 91,2 | 1,299 | 6,60 | 446,0 | 1,275 | 42,0 |
| | 91,5 | | 10,68 | 442,3 | | 36,6 |
| | 86,8 | | 7,60 | 451,3 | | 42,0 |
| | 85,6 | | 9,70 | 446,3 | | 39,0 |
| | 91,8 | | 7,80 | 452,6 | | 45,9 |
| | 90,9 | | 8,47 | | | |
| | 90,5 | | 7,40 | | | |
| | 85,0 | | 6,60 | 451,4 | | 40,0 |
| | 89,6 | | 9,20 | 428,6 | | 30,4 |
| | 87,9 | | 7,20 | 453,6 | | 39,6 |
| | 89,9 | | 8,30 | 462,6 | | 43,6 |
| 80:900 | 89,6 | 1,301 | 8,69 | 438,2 | 1,267 | 26,4 |
| | 93,5 | | 8,00 | 455,4 | | 49,0 |
| | 93,5 | | 7,78 | 455,0 | | 44,0 |
| | 92,8 | | 4,00 | 455,4 | | 35,6 |
| | 93,7 | | 5,75 | 447,8 | | 43,0 |
| | 93,0 | | 4,00 | 449,8 | | 39,1 |
| | 93,4 | | 6,23 | | | |
| | 91,8 | | 4,60 | | | |
| | 91,1 | | 6,75 | | | |
| | 90,2 | | 7,6 | | | |
| | 92,4 | | 6,75 | 460,2 | | 62,2 |
| | 90,8 | | 5,97 | 472,6 | | 59,4 |
| 0:1000 | 90,9 | 1,297 | 6,64 | 447,5 | 1,312 | 45,4 |
| | 92,5 | | 6,90 | 473,0 | | 63,6 |
| | 90,0 | | 7,50 | 483,1 | | 77,6 |
| | 90,4 | | 7,10 | 469,0 | | 57,6 |
| | 90,8 | | 7,20 | 465,2 | | 49,4 |
| | 89,3 | | 6,72 | 459,7 | | 47,0 |
| | 91,1 | | 6,91 | 462,0 | | 53,0 |
| | 90,8 | | 6,93 | 465,8 | | 57,2 |

Tabelle 23. **Im Freien gelagert.**

Wasserbedarf für Stuckgips: 100:160, Wasserbedarf für Estrichgips: 100:200.

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 80,5 | | 20,40 | | | |
| | 80,6 | | 20,90 | | | |
| | 79,2 | | 22,70 | 394,2 | | 96,6 |
| 800:0 | 80,8 | 1,146 | 17,18 | 403,8 | | 104,4 |
| | 79,6 | | 18,50 | 395,5 | 1,115 | 90,6 |
| | 81,0 | | 15,00 | 398,6 | | 98,8 |
| | 79,4 | | 17,03 | 387,4 | | 99,6 |
| | 80 2 | | 18,82 | 395,9 | | 98,0 |
| | 80,6 | | 28,20 | | | |
| | 79,5 | | 23,48 | | | |
| | 80,5 | | 21,85 | 395,7 | | 112,4 |
| 760:50 | 79,5 | 1,146 | 21,70 | 395,0 | | 113,4 |
| | 80,0 | | 22,00 | 397,2 | 1,116 | 106,6 |
| | 80,6 | | 21,30 | 387,8 | | 132,0 |
| | 80,6 | | 22,50 | 406,8 | | 115,8 |
| | 80,2 | | 23,0 | 396,5 | | 116,0 |
| | 81,8 | | 24,00 | 401,7 | | 113,6 |
| | 81,6 | | 20,92 | 395,7 | | 123,0 |
| | 80,5 | | 24,70 | 407,0 | 1,140 | 108,4 |
| 720:100 | 80,5 | 1,157 | 22,73 | 407,2 | | 113,2 |
| | 80,4 | | 22,85 | 412,0 | | 120,0 |
| | 81,8 | | 23,73 | 404,7 | | 115,6 |
| | 81,5 | | 21,50 | | | |
| | 81,0 | | 22,92 | | | |
| | 81,3 | | 23,22 | | | |
| | 83,2 | | 22,00 | | | |
| | 80,0 | | 23,40 | 413,2 | | 114,4 |
| | 82,2 | | 19,60 | 415,0 | | 111,8 |
| 680:150 | 81,6 | 1,167 | 23,05 | 406,8 | 1,152 | 105,6 |
| | 80,6 | | 21,81 | 398,6 | | 120,6 |
| | 82,0 | | 19,35 | 411,0 | | 107,6 |
| | 81,7 | | 21,78 | 408,9 | | 112,0 |

| Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 82,0 | | 21,59 | | | |
| | 80,6 | | 16,18 | 410,0 | | 91,0 |
| | 81,4 | | 19,47 | 402,7 | | 128,4 |
| 640:200 | 81,5 | 1,169 | 19,48 | 398,8 | 1,142 | 100,4 |
| | 83,0 | | 20,66 | 409,6 | | 108,4 |
| | 82,2 | | 20,10 | 406,0 | | 95,0 |
| | 81,8 | | 19,68 | 405,4 | | 104,6 |
| | 83,2 | | 18,31 | | | |
| | 83,2 | | 16,63 | | | |
| | 83,6 | | 21,70 | 405,6 | | 88,6 |
| 560:300 | 82,5 | 1,190 | 21,14 | 413,0 | 1,171 | 94,6 |
| | 83,7 | | 20,27 | 421,0 | | 102,6 |
| | 83,4 | | 16,93 | 420,2 | | 96,2 |
| | 83,4 | | 20,17 | 419,4 | | 111,2 |
| | 83,3 | | 19,31 | 415,8 | | 98,6 |
| | 83,9 | | 15,67 | | | |
| | 84,8 | | 16,00 | | | |
| | 84,8 | | 17,26 | 429,0 | | 95,6 |
| 480:400 | 83,2 | 1,203 | 17,20 | 425,4 | 1,189 | 88,6 |
| | 84,8 | | 18,06 | 419,4 | | 83,6 |
| | 83,8 | | 16,95 | 434,0 | | 85,2 |
| | 84,2 | | 18,16 | 404,0 | | 98,8 |
| | 84,2 | | 17,04 | 422,4 | | 90,4 |
| | 89,0 | | 13,80 | | | |
| | 84,9 | | 17,87 | | | |
| | 89,3 | | 18,60 | 433,8 | | 76,2 |
| 400:500 | 85,2 | 1,233 | 16,74 | 433,2 | 1,223 | 68,6 |
| | 84,0 | | 13,50 | 431,0 | | 67,0 |
| | 87,2 | | 12,75 | 441,6 | | 74,8 |
| | 84,6 | | 17,32 | 431,6 | | 77,6 |
| | 86,3 | | 15,79 | 434,2 | | 72,8 |

Tabelle 23a.

| Stück. Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm | Stück: Estrich | Gew. der Zugk. | Spez. Gew. | Zugfestigk. pro qcm | Gewicht der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 88,6 | | 13.08 | | | | | 90,2 | | 5,82 | | | |
| | 84,7 | | 11,46 | | | | | 90,0 | | 6,10 | | | |
| | 85,5 | | 10,56 | 430,0 | | 39,0 | | 91,8 | | 6,96 | 437,6 | | 34,0 |
| 320:300 | 87,0 | 1,231 | 10,95 | 438,4 | 1,224 | 59,0 | 80:900 | 88,4 | 1,284 | 5.74 | 448.7 | 1,277 | 34.0 |
| | 85,4 | | 12,80 | 439,4 | | 45,8 | | 90,0 | | 6,73 | 462,2 | | 35,6 |
| | 86,4 | | 9,80 | 427,2 | | 59,0 | | 89,8 | | 6,45 | 463,2 | | 55,6 |
| | 85,6 | | 12,74 | 438,0 | | 45,4 | | 89,2 | | 6,99 | 454,4 | | 37,4 |
| | 86,2 | | 11,63 | 434,6 | | 49,6 | | 89,9 | | 6,39 | 453,2 | | 39,3 |
| | 85,2 | | 7,41 | | | | | 91,5 | | 7,54 | | | |
| | 86,4 | | 6,01 | | | | | 91,6 | | 7,29 | 478,0 | | 48,4 |
| | 86,6 | | 8,17 | 434,2 | | 43,6 | | 92,4 | | 6,16 | 461,0 | | 45,6 |
| 240:700 | 90,2 | 1,243 | 10,26 | 444,2 | 1,244 | 35,0 | 0:1000 | 91,7 | 1,314 | 6.02 | 460,2 | 1,312 | 40,0 |
| | 86,4 | | 8,18 | 443,0 | | 45,6 | | 91,6 | | 7,48 | 460,6 | | 42.6 |
| | 86,5 | | 8,21 | 444,0 | | 45,6 | | 93,2 | | 6,19 | 468,0 | | 44,4 |
| | 87,6 | | 5,95 | 443,0 | | 40,0 | | 92,0 | | 6,78 | 465,6 | | 44,2 |
| | 87,0 | | 7,74 | 441,7 | | 41,9 | | | | | | | |
| | 89,6 | | 7,81 | | | | | | | | | | |
| | 89,0 | | 7,93 | | | | | | | | | | |
| | 92,0 | | 6,57 | 453,0 | | 51,6 | | | | | | | |
| 160:800 | 87,2 | 1,269 | 6,75 | 433,0 | 1,255 | 44,4 | | | | | | | |
| | 88,5 | | 7,26 | 443,8 | | 41,1 | | | | | | | |
| | 87,5 | | 8,68 | 448,0 | | 35,4 | | | | | | | |
| | 87,6 | | 9,20 | 449,8 | | 47,0 | | | | | | | |
| | 88,8 | | 7,74 | 445,5 | | 43,9 | | | | | | | |

## 5. Über die Porosität des Stuckgipses.

Für manche Zwecke im Baugewerbe ist es erforderlich, auf das Gewicht der zur Verwendung gelangenden Baumaterialien Rücksicht zu nehmen, namentlich, wo eine starke Belastung des Gebälks vermieden werden muss. Man wendet deshalb beim Bau von Zwischenwänden vielfach die sogenannten Gipsdielen an, welche wegen ihrer Porosität den Vorzug der Leichtigkeit haben. Die Porosität wird durch einen Zusatz poröser Stoffe, wie Haare, Pflanzenfasern

u. s. w., zum Gips erreicht; mit der zunehmenden Porosität nimmt jedoch die Festigkeit ab. Da die Festigkeit des Gipses direkt von seiner Dichte abhängig ist, so ist es mir auch nicht geglückt, auf chemischem Wege durch Entwicklung von Kohlensäure im Gipsbrei den Gips porös zu machen, ohne dabei seine Festigkeit wesentlich zu beeinträchtigen. Die Entwicklung der Kohlensäure wurde durch einen Zusatz von ungebranntem Kalk zum Gips und Schwefelsäure zum Anmachewasser erzeugt.

Tabelle 24. (Alter der Probekörper: 80 Tage.)

| Zusatz | Gew. der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm | Zusatz | Gew. der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm | Zusatz | Gew. der Druckk. | Spez. Gew. | Druckfest. pro qcm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 372,0 | | 48.0 | | 347,0 | | 44,0 | | 289,4 | | 24,0 |
| | 368,0 | | 59,0 | | 329,0 | | 40,4 | | 327,6 | | 29,6 |
| | 375,4 | | 64,2 | | 343,0 | | 35,0 | | 309,6 | | 28,2 |
| | 372,4 | | 68,4 | | 349,0 | | 46,2 | | 322,7 | | 26,6 |
| | 368,7 | | 62,2 | | 329,0 | | 47,0 | | 300,6 | | 23,6 |
| 0% Kalk | 373,0 | | 56,0 | | 350,0 | | 40,6 | | 269,4 | | 18,0 |
| 0% | 370,6 | 1,046 | 54,6 | | 352,2 | | 44,6 | | 317,2 | 0,839 | 35,2 |
| Schwe- | 369,4 | | 69,6 | | 317,0 | | 36,4 | 4% Kalk | 275,6 | | 17,0 |
| felsäure | 377,0 | | 60,0 | 2% Kalk | 332,2 | 0,951 | 47,2 | 4% | 275,4 | | 17,0 |
| | 363,0 | | 68,4 | 2% | 347,4 | | 36,4 | Schwe- | 262,0 | | 13,6 |
| | 369,6 | | 64,2 | Schwe- | 341,0 | | 45,6 | felsäure | 326,5 | | 22,6 |
| | 375,4 | | 70,8 | felsäure | 307,4 | | 39,6 | | 310,0 | | 23,0 |
| | 374,0 | | 71,4 | | 343,0 | | 43,0 | | 286,4 | | 18,0 |
| | 371,4 | | 62,8 | | 337,5 | | 42,0 | | 297,9 | | 22,8 |
| | 359,4 | | 58,6 | | 303,4 | | 35,2 | | 320,0 | | 32,0 |
| | 357,4 | | 64,6 | | 330,2 | | 35,1 | | 299,0 | | 22,6 |
| | 356,8 | | 53,2 | | 259,0 | | 11,6 | | 291,4 | | 16,0 |
| | 345,8 | | 36,0 | | 267,0 | | 16,0 | | 281,0 | | 16,0 |
| | 344,4 | | 48,0 | | 334,6 | | 29,8 | | 257,2 | | 17,0 |
| 1% Kalk | 347,4 | | 46,8 | | 325,0 | | 33,6 | | 234,0 | | 11,6 |
| 1% | 351,0 | 0,997 | 48,4 | 3% Kalk | 246,0 | | 15,4 | 5% Kalk | 286,0 | 0.788 | 15,8 |
| Schwe- | 357,4 | | 66,0 | 3% | 246,0 | 0,836 | 12,6 | 5% | 272,0 | | 10,6 |
| felsäure | 350,0 | | 51,0 | Schwe- | 231,4 | | 10,0 | Schwe- | 281,0 | | 15,0 |
| | 349,0 | | 54,2 | felsäure | 320,6 | | 24,8 | felsäure | 281,7 | | 19,8 |
| | 361,2 | | 50,4 | | 304,6 | | 23,6 | | 261.0 | | 13,0 |
| | 358,0 | | 70,0 | | 356,5 | | 34,4 | | 270,2 | | 12,6 |
| | 361.0 | | 71,0 | | 350,0 | | 26,4 | | 302,6 | | 19,2 |
| | 353,8 | | 55,2 | | 279,4 | | 14,0 | | 279,8 | | 17,0 |
| | | | | | 296,7 | | 23,0 | | | | |

## Schlusswort.

Die Gesichtspunkte, unter denen die Arbeit angefertigt wurde, bezweckten vor allem eine genaue Fixierung der beim Brennen des Gipses stattfindenden Vorgänge, sowie die Aufstellung grundlegender Normen für die Festigkeit und Abbindezeit des Gipses; in zweiter Linie war es mir darum zu tun, den Gips vom rein technischen Standpunkt aus zu behandeln und die bezüglich seiner Verarbeitung günstigsten Verhältnisse festzustellen. Das Ergebnis ist, soweit es für die Praxis von Interesse ist, kurz zusammengefasst folgendes: Der gemahlene Gips muss so gebrannt werden, dass sein Wassergehalt möglichst bei 6,2%, also zwischen 6 und 6,5%, liegt, da der Gips bei diesem Wassergehalt die grösste Festigkeit besitzt und die Abbindezeit bei Verwendung des gleichen Gipssteins stets die nämliche sein wird. Denn die Abbindezeit des gebrannten Gipses ist während des Brennens solange Schwankungen unterworfen, als der Gips noch Dihydrat oder nicht genügend gebrannte Bestandteile enthält, da infolge von Wasserabgabe und teilweiser Wasseraufnahme während des Brennens verschiedene Hydrate in wechselnder Menge entstehen, welche die Abbindezeit je nach der Menge der einzelnen Hydrate entsprechend verzögern oder beschleunigen. Dieser durchschnittliche Wassergehalt von 6—6,5% soll jedoch nicht durch schnelles Brennen des Gipses bei höheren Temperaturen wie 200° C erreicht werden, da hiebei die Gefahr naheliegt, dass bei nicht ganz gründlicher Mischung des Gipses im Brennkessel grössere Mengen von sogenanntem totgebrannten und auch zu wenig gebrannten Gips entstehen, sondern man

muss den Gips in der Weise entwässern, dass man ihn in fein gemahlenem Zustande im Brennkessel gut unter einander gemischt und solange unterhalb 200° C erhitzt, bis die letzten Anteile zu wenig entwässerten Gipses gargebrannt sind und ein Ausgleich der verschiedenen Hydrate zum Hemihydrat erfolgt ist. Es ist nun fraglich, ob es bei der Herstellung eines guten Stuckgipses nicht vorteilhafter wäre, den Gips im technischen Betriebe in kleineren Mengen zu brennen, da hiedurch eine bessere Mischung des Gipses im Brennkessel zu erzielen wäre. Will man den Gips ohne besondere Rücksicht auf seine Qualität möglichst schnell brennen, so kann man sich das Reabsorptionsbestreben des stark entwässerten Gipses zu Nutze machen, indem man diesen durch schnelles Erhitzen bei höheren Temperaturen bis zu einem geringen Wassergehalt entwässert und durch einen entsprechenden Zuschlag von ungebranntem Gips unter Verminderung der Brenntemperatur den Ausgleich der Hydrate zum Hemihydrat herbeiführt.

Was die Verarbeitung des gebrannten Gipses anbelangt, so ergaben sich durch die Versuche folgende für die Praxis wichtige Momente: Das Einstreuen des Gipses in Wasser soll gleichmässig und nicht zu schnell geschehen, damit nicht die Festigkeit des Gipses durch Klumpenbildung beeinträchtigt wird. Das Wasser soll möglichst kalt sein, desgleichen der Gips, sowie der Arbeitsraum (nicht unter 0° C), da hiedurch einerseits die Abbindezeit verlängert, andererseits die Festigkeit erhöht wird. Natürliches hartes Wasser eignet sich am schlechtesten zum Anmachen des Gipses, mit abgekochtem oder abgestandenem Wasser lässt sich eine höhere Festigkeit erzielen, am besten verwendet man jedoch destilliertes (kondensiertes) Wasser, da dasselbe luft- bezw. kohlensäurefrei ist. Bei der Empfindlichkeit des Stuckgipses gegen Feuchtigkeit ist es ferner ratsam,

dem frisch abgebundenen Gips das ihm mechanisch beigemengte Wasser möglichst schnell zu entziehen. Dies lässt sich am schnellsten und billigsten dadurch erreichen, dass man den noch feuchten Gips möglichst starker Zugluft aussetzt, wobei er seiner Feuchtigkeit sehr schnell verlustig geht, infolgedessen rascher seine Maximalfestigkeit erlangt und härter wird, wie ein langsam trocknender Gips. Hieraus lässt sich schliessen, dass ein Zusatz von Kalk zum Gips, wie er zur Verlängerung der Abbindezeit des Gipses so häufig verwendet wird, unbedingt schädigend wirken muss, da die beständige Wasserabgabe bei dem langsamen Erhärtungsprozess des Kalkes den Gips wesentlich in seiner Festigkeit beeinträchtigen muss.

Die Empfindlichkeit des Stuckgipses gegen Feuchtigkeit und Witterungseinflüsse hatte mich zu Versuchen veranlasst, welche die Erreichung einer höheren Wetterbeständigkeit des Stuckgipses bezwecken. Diese Frage glaube ich dadurch gelöst zu haben, dass man dem Stuckgips Estrichgips zusetzt, wodurch sowohl seine Festigkeit wie auch seine Wetterbeständigkeit erhöht wird. Der Estrichgipszusatz soll jedoch 20% nicht übersteigen und die beim Anmachen des Gipses zu verwendende Wassermenge darf nicht zu gross sein. Je geringer dieselbe ist, desto wetterbeständiger wird der Stuck-Estrichmörtel sein.

Zum Schluss sei es mir noch gestattet, Herrn Direktor Völker-München und Herrn Oskar Schmidt für das liebenswürdige Entgegenkommen meinen Dank auszusprechen. Auch Herrn Professor Dr. Föppl, sowie Herrn Inspektor Klebe bin ich für die freundliche Überlassung der notwendigen Apparate zu Dank verpflichtet.